

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва інституту)

Кафедра електропостачання
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 621.31

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ В.А. Попов
«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
спеціалізації Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології
на тему: «Підвищення енергетичної ефективності закладів освіти
Солом'янського району м.Києва з формуванням програми заходів з
енергоефективності»

Виконав (-ла): студент (-ка) ІІ курсу, групи ОН-381мп

_____ Березняк Андрій Анатолійович _____
(прізвище, ім'я по батькові) (підпис)

Науковий керівник к.т.н., доцент Бориченко О.В. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант нормоконтроль ас. Прокопенко І.Д. _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2019 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та Енергоменеджменту

Кафедра електропостачання

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 В.А. Попов

« » 20 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Березняку Андрію Анатолійовичу

Тема дисертації: «Підвищення енергетичної ефективності закладів освіти Солом'янського району м.Києва з формуванням програми заходів з енергоефективності»

Науковий керівник дисертації: к.т.н., доцент Бориченко О.В. затверджені наказом по університету від «4»листопада 2019 р. №3816-с

Термін подання студентом дисертації: 17 грудня 2019 року

Об'єкт дослідження: процес енергетичного аудиту локального об'єкта з застосуванням типових заходів з енергозбереження.

Предмет дослідження: методи та засоби впровадження заходів з енергозбереження в закладах освіти Солом'янського району.

Перелік завдань, які потрібно розробити: проведення аналізу нормативно-правового забезпечення, та законодавчого регулювання щодо енергетичної ефективності

закладів освіти; проведення аналізу інструментів, що дозволять створити оптимальну систему типових заходів з енергозбереження експлуатаційними і технічними характеристиками; розрахунок і створення системи типових заходів з енергозбереження в закладах освіти Солом'янського району

Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація – наочні матеріали за результатами дослідження (алгоритми розрахунків та діаграми).

Орієнтовний перелік публікацій: Березняк А.А., Бориченко О.В., Дослідження можливості впровадження типових заходів з енергозбереження в закладах освіти. VI Міжнародна науково-технічна та навчально-методична конференція Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку (PEMS'19), м. Київ; Дата проведення: 04-07 червня 2019; С. 51-53. Url - pems.kpi.ua

.Консультанти розділів дисертації

Нормоконтроль: ас. Прокопенко І.Д.

Дата видачі завдання: 31 травня 2019 року

Календарний план № з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз та сучасний стан розвитку системи енергоменеджменту закладів освіти в Україні	01.06.19-22.06.19	
2	Методи та підходи до впровадження системи енергоменеджменту на локальному об'єкті	23.06.19-31.07.19	
3	Енергоаудит локального об'єкту	01.08.19-31.09.19	
4	Розроблення стартап-проекту	16.11.19-25.11.19	
5	Оформлення дисертації та презентації	26.11.19 – 02.12.19	
6	Оформлення реферату	03.12.19 – 07.12.19	
7	Захист МД	17.12.19 – 20.12.19	

Студент

Березняк А.А.

Науковий керівник дисертації к.т.н. доцент

Бориченко О.В.

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів основної частини, висновків, списку використаних літературних джерел. Повний обсяг дисертації складає 95 сторінок, 24 рисунків, 6 таблиць, список використаних джерел, що містить 50 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Актуальність теми. У сучасному світі питання енергоефективності закладів освіти є важливим. Більшість нині працюючих шкіл та дитячих садків були введені в експлуатацію ще до 2000-х років. Теплотехнічні та електричні характеристики в таких будівлях не відповідають нормам та стандартам встановленим законодавством. Характерною рисою всіх закладів збудованих в ті роки є типовість, хоча площі та об'єми приміщень є різними, інші системи були виконані з типовими проектами. Тому наразі є актуальним створення універсальної системи заходів з енергозбереження, яка буде враховувати типовість будівель. Це дасть нам змогу краще та швидше проводити енергоаудит закладів освіти, що призведе до більшої економії енергії та часу.

Для отримання результатів з енергетичних витрат необхідно виконати або проаналізувати енергоаудит декількох закладів освіти. Першим кроком проводиться збір кліматичних параметрів, даних будинку, виконується розрахунок втрат енергетичних ресурсів. Енергоаудит закінчується запропонованим списком обґрунтованих заходів з підвищення рівня енергоефективності до сучасних вимог.

Метою дослідження є підвищення рівня енергоефективності закладів освіти з побудовою системи типових заходів з енергозбереження.

Для досягнення цієї мети вирішувалися наступні **завдання**:

- проведення аналізу нормативно-правового забезпечення, та законодавчого регулювання щодо енергетичної ефективності закладів освіти;
- проведення аналізу інструментів, що дозволять створити оптимальну систему типових заходів з енергозбереження експлуатаційними і технічними характеристиками;

- розрахунок і створення системи типових заходів з енергозбереження в закладах освіти Солом'янського району

Об'єкт дослідження: процес енергетичного аудиту локального об'єкта з застосуванням типових заходів з енергозбереження

Предметом дослідження є методи та засоби впровадження заходів з енергозбереження в закладах освіти Солом'янського району.

Методи дослідження. Методичною основою дисертаційного дослідження є комплекс загальнонаукових і спеціальних методів, використовуваних для: визначення енергоспоживання при опаленні, охолодженні та гарячому водопостачанні житлової будівлі – метод оцінки річного енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні житлової будівлі; побудова системи типових заходів з енергозбереження; проведення енергетичного аудиту закладу освіти – методи збору, аналізу, узагальнення та логічного підходу.

Наукова новизна полягає в створенні системи заходів, що дає можливість підвищити рівень енергоефективності закладів освіти.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що створення системи дає змогу зекономити час та фінансові ресурси при проведенні енергоаудиту. Також з'являється змога особі, яка не має технічних знань в сфері енергетичного аудиту, більш точно та детально зрозуміти доцільність впровадження того чи іншого заходу з енергозбереження.

Публікації. Березняк А.А., Бориченко Е.В., Дослідження можливості впровадження типових заходів з енергозбереження в закладах освіти. VI Міжнародна науково-технічна та навчально-методична конференція Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку (PEMS'19), м. Київ; Дата проведення: 04-07 червня 2019; С. 51-53.

Інформаційні технології. Для виконання розрахунків у розділі 3 магістерської дисертації використовувалось наступне програмне забезпечення: MS Word, MS Excel, SQL, Mathtype.

Ключові слова: енергоефективність будинку, клас енергоефективності,

енергетичний паспорт, енергоаудит, витрати енергетичних ресурсів, фонди фінансування.

ABSTRACT

Structure and scope of dissertation. The dissertation consists of an introduction, four sections of the main part, conclusions, a list of used literature sources. The full volume of the dissertation is 95 pages, 24 figures, 6 tables, a list of used sources, containing 50 bibliographic names according to the list of references.

Actuality of theme. In today's world, the issue of energy efficiency in educational institutions is important. Most current schools and kindergartens were commissioned before the 2000s. The thermal and electrical characteristics of such buildings do not meet the norms and standards established by law. The characteristic feature of all the establishments built in those years is the typicality, although the areas and the volumes of the premises are different, other systems have been implemented with typical projects. It is therefore urgent to create a universal system of energy conservation measures that will take into account the standard of the buildings. This will allow us to conduct energy audits of educational institutions better and faster, which will result in more energy and time savings.

To obtain energy cost results, it is necessary to perform or analyze the energy audit of several educational institutions. The first step is the collection of climatic parameters, the data of the house, the calculation of losses of energy resources. The Energy Audit concludes with the proposed list of sound energy efficiency measures to meet today's requirements.

The purpose of the study is to increase the level of energy efficiency of educational institutions by building a system of typical energy conservation measures.

To achieve this goal the following tasks were **solved**:

- carrying out the analysis of legal support and legislative regulation on energy efficiency of educational institutions;

- carrying out the analysis of tools that will allow to create the optimal system of energy saving measures with operational and technical characteristics;

- calculation and creation of a system of typical energy conservation measures in educational establishments of Solomenskiy district.

The subject of the study is methods and means of implementing energy conservation measures in educational establishments of Solomenskiy district.

The scientific novelty is to create a system of measures that makes it possible to increase the level of energy efficiency of educational institutions.

The practical value of the results is that the creation of the system allows to save time and financial resources when conducting energy audits. It is also possible for a person with no technical knowledge in the field of energy auditing to understand more accurately and in detail the feasibility of implementing an energy conservation measure.

Publications. Bereznyak A, Borychenko E, Investigation of the possibility of implementing typical energy saving measures in educational institutions. VI International Scientific, Technical and Educational-Methodological Conference Energy Management: State and Prospects for Development (PEMS'19), Kyiv; Date: 04-07 June 2019; Pp. 51-53.

Information Technology. The following software was used to perform the calculations in section 3 of the master's thesis: MS Word, MS Excel, SQL, Mathtype.

Keywords: building energy efficiency, energy efficiency class, energy passport, energy audit, expenses of energy resources, financing funds.

Contents

ВСТУП	11
1. АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВ В УКРАЇНІ.	12
1.1 Основні тенденції розвитку світової енергетики.	12
1.2 Пріоритетність напрямів енергоефективності.....	18
1.3 Європейський Союз. Ефективність використання енергетичних ресурсів	21
1.3.1 Загальні положення	21
1.3.2 Директиви ЄС.....	25
1.4. Україна. Реалізація завдань з підвищення енергоресурсів в цілому та для бюджетних установ.....	32
1.4.1 створення сучасної системи енергоефективності у відповідності до Директив ЄС.....	32
1.4.2 Комплексний підхід до реформи енергоефективності	34
1.4.3 Енергоефективність в бюджетному секторі: будівлі та публічні закупівлі.....	36
2 ЕНЕРГІЧНИЙ АУДИТ	42
2.1 Загальні відомості про об'єкт дослідження	42
2.2 Опис енергетичних систем об'єкту	43
2.3 Загальний опис системи теплопостачання.....	44
2.4 Обсяги споживання енергоносіїв	46
2.4.1 Річне споживання електричної енергії	46
2.4.2 Річне споживання теплової енергії	47
2.4.3 Річне споживання холодної води	48
2.5 Структура витрат	49
2.6 Обстеження поточного стану огорожуючих конструкцій об'єкту.....	50
2.6.1 Зовнішні стіни.....	50
2.6.2 Вікна.....	51
2.6.3 Двері.....	52
2.6.4 Дах.....	52
2.6.5 Підлога.....	53
2.5 Розрахунок максимальних теплових витрат	55
2.7 Розрахунок середніх теплових витрат	56
2.8 Складання теплового балансу	57
2.8.1 Теплонадходження від людей	58
2.8.2 Теплонадходження від електроустаткування і приладів	58
2.8.3 Теплонадходження від освітлювальних приладів.....	59
2.9 Опис схеми електропостачання	61
2.10 Аналіз електроспоживачів об'єкту	61
2.12 Повірочний розрахунок навантажень об'єкту	63
2.12.3 Розрахунок сумарного електричного навантаження.....	69
2.13 Електричне освітлення, повірочний розрахунок.....	70
2.14 Аналіз вибраного електрообладнання та мереж.....	73
2.15 Графік добового споживання активної енергії	74
2.16 Баланс споживання	75
2.16.1 Баланс споживання електроенергії за 2018 рік.....	75
2.17 Розрахунок втрат електроенергії в трансформаторі	78
2.18 Вимірювання та облік споживання енергії	80

3 ТИПОВА ПРОГРАМА ЗАХОДІВ З

<u>ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ</u>	<u>83</u>
3.1 Загальні відомості.....	83
3.1.1 Об'єкти дослідження.....	83
3.1.2 Заходи з енергозбереження.....	86
3.2 Метод аналізу HML, VED, SDE	91
3.2.1 Метод HML	91
3.2.2 Метод VED	92
3.2.3 Метод SDE.....	92
3.2.4 Результат.....	93
3.3 Метод алгебраїчної оцінки	95
3.3.1 Доцільність та ідея методу.	95
3.3.2 Розрахунки оцінок	96
.....	100
3.3.3 Результат.....	100
3.4 Висновок.....	102

ВСТУП

1. АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВ В УКРАЇНІ.

1.1 Основні тенденції розвитку світової енергетики.

У ХХІ столітті в структурі світової енергетики відбуваються якісні зміни. Питання енергетичного характеру набувають не лише важливого актуального значення, вони стають фактором формування нової геополітичної та гео економічної структури світу.

Сьогодні політика країн у галузі підвищення енергоефективності та стимулювання процесів енергозбереження проводиться в багатьох країнах світу. З одного боку, країни-імпортери енергоресурсів стикаються з жорсткими ціновими умовами на основні паливно-енергетичні ресурси, що змушує уряди цих країн вирішувати проблеми конкурентоспроможності вітчизняної продукції на світовому ринку, розвивати альтернативні джерела енергії, створювати стимули для розвитку енергозберігаючих технологій в ринкових умовах. З іншого боку, у країнах експортерів енергоресурсів уряди також почали вживати заходи з розвитку процесів енергозбереження для підвищення ефективності рівня доходності від реалізації енергетичних ресурсів. Крім того, перед країнами-виробниками основних первинних енергоресурсів постає проблема вичерпності запасів, що змушує їх інвестувати значні кошти в розроблення важкодоступних родовищ і вживати заходи з розвитку поновлюваних джерел енергії (ПДЕ) як одного з напрямів зниження рівня імпортозалежності країни. У результаті сьогодні в контексті політики в галузі енергоефективності домінують три складники – економічний розвиток і конкурентоспроможність, енергетична безпека та попередження зміни клімату.

Енергоресурси мають критичне значення для поліпшення якості життя та розширення можливостей для всіх країн. Тому забезпечення ефективного, надійного й екологічно безпечного енергопостачання за цінами, які

відображають фундаментальні принципи ринкової економіки, є одним з найважливіших факторів для всього світового співтовариства.

Освоєння чистої й доступної енергії визнано у світі одним з важливих завдань. При цьому сучасні технології розвитку ПДЕ є екологічно більш прийнятними, ніж навіть найдосконаліші технології з використання нафти, вугілля і газу.

Поновлювані джерела енергії в більшості випадків, будучи децентралізованими, як і інші розподілені джерела енергії (дизельні електростанції – ДЕС, малі ГЕС), дають можливість вирішувати економічні, соціально-культурні, побутові питання на локальному рівні, сприяють підвищенню енергобезпеки країни і регіонів, створюють нові високотехнологічні галузі виробництва і нові робочі місця. Для багатьох країн нетрадиційна поновлювана енергетика вже сьогодні є важливим компонентом енергозабезпечення. Зокрема, вона відіграє істотну роль в 3 енергозабезпеченні Данії, Ісландії, Нової Зеландії, Канади, Німеччини, Норвегії, Іспанії та інших країн. Державні програми її розвитку прийнято в провідних країнах світу: КНР, Індії, США, Франції, Італії, Англії, Голландії тощо.

Використання фотоелектроперетворювачів (ФЕП) і вітроенергетичних установок (ВЕУ) у світі за останні 10 років зросло в 15 разів і щороку збільшується на 15–30 %. Швидко розвиваються також сонячне теплопостачання, геотермальна енергетика, біоенергетика. Якщо враховувати повні витрати на природоохоронні заходи на стадіях видобутку, перероблення і спалювання традиційного викопного палива, то конкурентоспроможність ПДЕ помітно зростає. Вже сьогодні геотермальна, приливна, вітрова та сонячна енергія, сучасна біомаса в багатьох регіонах досягають конкурентної вартості. Причому для установок на основі ПДЕ вартісні показники обладнання та енергії знижуються, а на традиційних електростанціях зростають із відповідним підвищенням цін на паливо, ускладненням і здорожченням технологій.

За оцінками Світової енергетичної ради (WEC), Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), Світової асоціації вітроенергетики (WWEA) та інших міжнародних організацій, прогнозується, що до 2050–2060 рр. понад 50 % обсягів енергоспоживання буде забезпечуватися за рахунок ПДЕ.

Підвищення енергоефективності, розроблення новітніх технологій і зміна структури виробництва електроенергії мають відбуватися паралельно. Згідно з прогновною оцінкою МЕА частка ПДЕ в загальній структурі електропостачання до 2035 року збільшиться до 30 %. Решта (70 %) має покриватися за рахунок традиційних джерел енергії. Однак їхні ресурси обмежені, вартість буде лише підвищуватися, а використання їх спричинятиме негативний вплив на клімат планети. У таких умовах лише радикальне покращення показників енергоефективності сприятиме скороченню обсягів споживання енергії, збереженню ресурсів, зниженню вартості впровадження ПДЕ, зменшенню обсягів викидів вуглекислого газу (CO_2), а також уповільненню зростання цін на електроенергію для промисловості та населення.

Передові технології є однією з основних умов підвищення енергоефективності, а також джерелом потенційного економічного зростання. Це можна проілюструвати такими прикладами:

- транспорт сьогодні у світі використовує 28 % світового енергоспоживання із щорічним його зростанням. У цих умовах потребує впровадження низка нових технологій для підвищення ефективності використання пального і відносного зменшення викидів вуглекислого газу. Зокрема, транспорт на електричній тязі, гібридні двигуни, маючи досить високу продуктивність, є порівняно недорогими. Працюючи в міському режимі, вони дозволяють знижувати 4 рівень споживання палива до 45 %;

- технології ефективного виробництва у виготовленні товарів щоденного використання. Частка промислового сектора становить 32 % від світового споживання енергії;

- ефективні будівельні технології і новий будівельний дизайн. На будівлі в цілому припадає близько 40 % світового споживання енергії. З цієї причини слід не лише підвищувати енергетичну ефективність уже збудованих споруд, але й стимулювати розроблення інноваційного дизайну нових, реконструкцію та переоснащення раніше побудованих. Впровадження наявних сьогодні технологій обігрівання, кондиціонування та систем керування ними, дозволить забезпечити більш високий рівень енергоощадності. Як приклад можна навести концепцію «розумного» будинку, який виробляє енергії більше, ніж споживає.

Слід відмітити, що передавання нових технологій країнам, які розвиваються, і найменш розвиненим країнам дозволить знизити період шляху марнотратного використання енергії, який пройшли розвинені країни, та отримати значні економічні і соціальні вигоди.

На основі зазначених та інших пріоритетів країни розробляють і реалізують національні концепції енергетичної безпеки, які мають такі цілі:

- прискорений розвиток традиційних внутрішніх джерел енергії (вугілля, нафти, газу) для послаблення залежності від імпорту;
- скорочення енергомісткості за рахунок підвищення енергоефективності, освоєння енергоощадних технологій;
- розвиток екологічно чистих енерготехнологій, розвиток альтернативної енергетики;
- забезпечення стабільності розвитку національного енергоспоживання при розумному сполученні ринкових відносин з державним регулюванням, включаючи перспективне планування розвитку його галузей;
- створення та системне підтримання відповідних обсягів стратегічних запасів паливно-енергетичних ресурсів на випадок різного роду криз і форсмажорних обставин.

У дослідженні Міжнародного енергетичного агентства «World Energy Outlook 2014» виділено шість основних питань, які заслуговують особливої уваги.

I. Світовий попит на енергію зростатиме, однак темпи зростання сповільнюватимуться. Світовий попит на енергію зросте на 37 % до 2040 року. Експерти МЕА зазначають, що, починаючи з 2025 року, попит на енергію зростатиме всього на 1 % щороку порівняно з більш ніж 2 % на рік сьогодні. Близько 60 % світового зростання попиту на енергію припадає на Азію, далі 5 найбільш активними споживачами енергії будуть Африка, Близький Схід і Латинська Америка. Що стосується Китаю, то на початку 2030-х років він стане найбільшим споживачем нафти та газу у світі. У країнах ОЕСР, незважаючи на стабільний економічний розвиток, попит на енергоресурси збільшиться незначно, що пояснюється прийнятими за останні роки заходами щодо підвищення енергоефективності та відповідного зниження питомого енергоспоживання на виробництво продукції. Для країн-членів ОЕСР «блакитне паливо» залишатиметься основним видом палива в енергобалансі включно до 2030 року. Відзначено, що видобуток природного газу зросте майже у всіх регіонах, у тому числі в США та в Європі за рахунок видобутку нетрадиційного газу та нафти. Відмічено також зростання обсягів СПГ як одного з напрямів захисту від перебоїв з постачання природного газу. Що стосується попиту на вугілля, то він зростатиме до 15 % від сьогоднішнього рівня і дві третини цього приросту буде забезпечено протягом найближчих десяти років, що зазначено на рисунку 1.1.

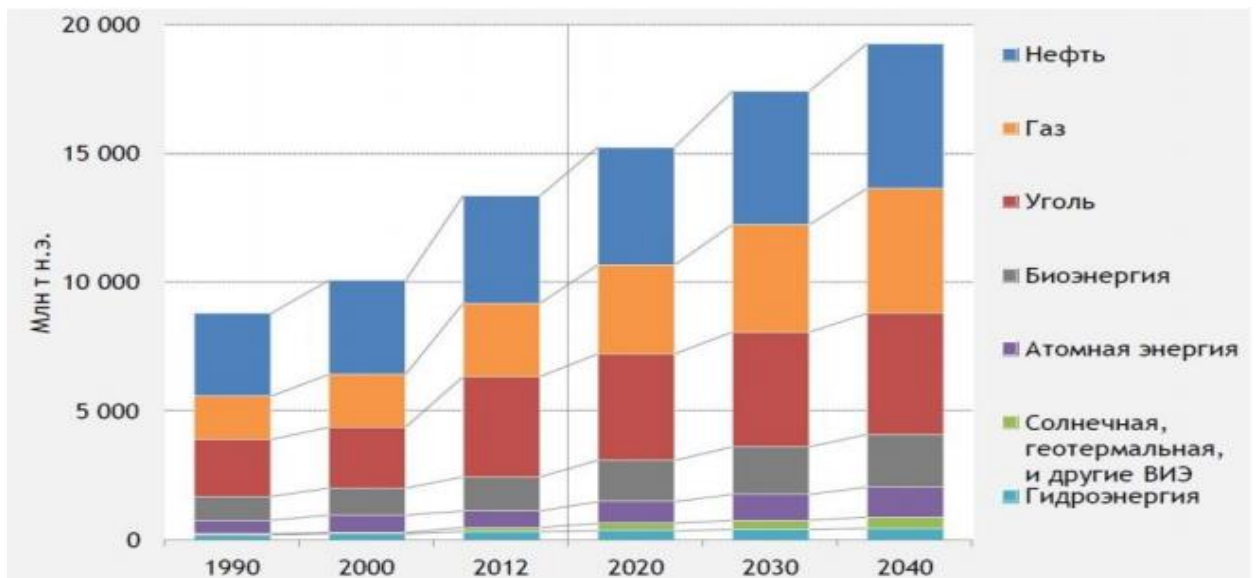


Рисунок 1.1 - Світове споживання первинної енергії

II. Енергоефективність – ключ до балансу в енергетичній галузі. У дослідженні World Energy Outlook 2014 МЕА визначено енергоефективність як «важливий інструмент» для послаблення напруження в постачанні енергоносіїв і часткового пом'якшення конкурентних цінових відмінностей на енергоресурси між 6 регіонами. III. Питання стабільності довгострокових поставок нафти. За прогнозною оцінкою МЕА, можливі серйозні та небезпечні зміни в нафтовій галузі. Постачання нафти в глобальному масштабі залежатиме здебільшого від інвестицій у галузь на Близькому Сході. Експерти МЕА підрахували, що до 2030 р. в розвиток нафтогазової галузі країнам потрібно буде інвестувати до 900 млрд дол. IV. Субсидії на споживання викопного палива в загальному у світі. У дослідженні встановлено, що у 2013 році субсидії на традиційну енергетику становили 550 млрд дол., це більш ніж у чотири рази перевищує їх рівень на ПДЕ. Це питання потребує перегляду та нового підходу. V. Світ усе ще на шляху до глобального. Глобальна енергетична система трансформується не досить швидко, що не дозволяє уникнути небезпечної зміни клімату. Викиди CO₂, за прогнозами МЕА, зростатимуть і надалі. Для виробництва тепла ПДЕ використовуватимуться у два рази більше, використання біопалива до 2040 року зросте втричі. VI. У найближчому десятилітті відбудеться глобальне зростання ядерних потужностей, однак його основна частка припадатиме лише на декілька країн. У спеціальній доповіді МЕА підкреслюється важлива роль ядерної енергетики в забезпеченні енергетичної безпеки для окремих країн. Глобальне зростання ядерних потужностей до 2040 р. сягне 60 %, однак частка у виробництві електроенергії зростає всього на один процентний пункт – до 12 % щороку. На частку Китаю припадає майже половина (45 %) очікуваного зростання, за Китаєм йдуть Індія, Корея та Росія. Виробництво електроенергії атомними електростанціями також зростатиме в США, в Японії, але знижуватиметься на 10 % у Європі. Прогноз враховує поступову відмову від атомної енергетики в деяких країнах-членах ЄС, таких як Німеччина, частково Франція. У той же час, як і раніше, інтерес до розроблення новітніх технологій ядерної

енергетики зростатиме в окремих країнах ЄС, зокрема, у Франції, Болгарії, Чехії, Фінляндії, Польщі, Румунії, Словаччині, Словенії, Литві, Швеції та Великобританії.

1.2 Пріоритетність напрямів енергоефективності

Енергоефективність на міжнародному рівні визнано як основний пріоритет енергетичних стратегій. У 2011 році основні енергоспоживаючі країни проголосили стратегічні завдання щодо підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів, зокрема: Китай поставив за мету скоротити енергомісткість на 16 % до 2015 року; Сполучені Штати прийняли нові ефективні стандарти з економії енергетичних ресурсів; Європейський Союз зобов'язався скоротити свій попит на енергоресурси у 2020 році на 20 %; Японія має намір скоротити споживання електроенергії на 10 % до 2030 р. Потенціал цих скорочень показано на рисунку 1.2.

Специфіка підвищення енергоефективності в окремих секторах економіки (організація управління та прийняття рішень, ступінь і можливості регулювання, структура і схожість технічних та інституційних рішень) викликає необхідність реалізації програмних заходів із:

- підвищення енергоефективності в електроенергетиці;
- підвищення енергоефективності в промисловості;
- підвищення енергоефективності в теплопостачанні та комунальному господарстві;
- підвищення енергоефективності в житловому секторі;
- підвищення енергоефективності в сільському господарстві;
- підвищення енергоефективності на транспорті;
- підвищення енергоефективності в організаціях федеральної бюджетної сфери та сфери послуг;
- розширення використання ПДЕ;
- нормативно-законодавчого, ресурсного, організаційного та інформаційного забезпечення діяльності з підвищення енергоефективності.

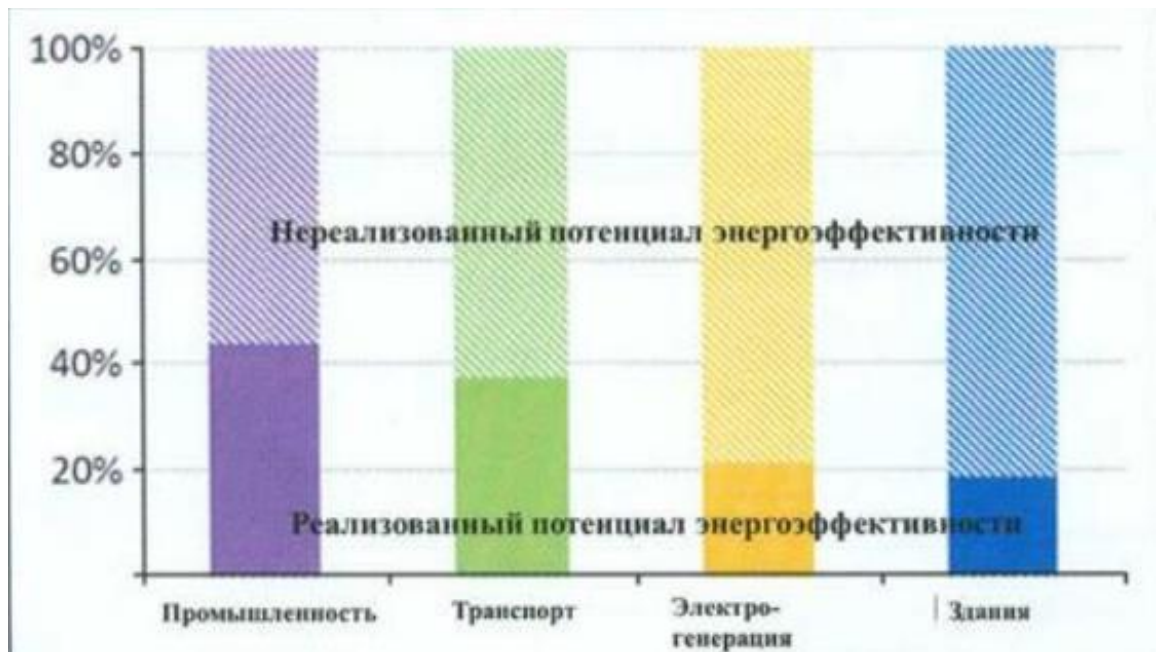


Рисунок 1.2 - Потенціал енергоефективності за секторами

Значна частина потенціалу підвищення енергоефективності – 4/5 потенціалу в секторі будівель і понад половини – у промисловості – все ще залишається невикористаною. Для розв’язання питань щодо підвищення енергоефективності на рівні міжнародних енергетичних і фінансових організацій задіяно комплекс практичних інструментів і механізмів – від економічного стимулювання заходів із впровадження сучасних енергоощадних технологій до вдосконалення методологій ціно- і тарифоутворення на первинні енергетичні ресурси, у тому числі через відповідне регулювання обсягів їх виробництва та споживання, а також активізації процесів створення і наращування стратегічних резервів як одного з ефективних засобів підвищення енергетичної безпеки країн.

Важливим кроком для розвитку технологій з енергоефективності стало прийняття на конференції «Навколишнє середовище для Європи» (1998 р.) Декларації про політику у сфері енергоефективності та Основних напрямів енергоощадності в Європі. У цей же період вступив у дію Протокол до Енергетичної Хартії з питань енергоефективності і вирішення відповідних екологічних аспектів. Значним внеском у розвиток енергоефективності у світі стала трирічна робота МЕА щодо підтримки політичних та економічних

заходів і конкретних рекомендацій з підвищення енергоефективності, прийнятих на Гленіглському саміті 11 лідерів «Великої вісімки».

Зазначені рекомендації стали першим комплексом взаємопов'язаних заходів, спрямованих на отримання відповідних результатів з установленням жорстких термінів їх виконання. Особливу увагу приділено рекомендаціям щодо підвищення ефективності роботи електрогенерувальних і енергопостачальних компаній. МЕА наполегливо рекомендує урядам і національним регуляторам впроваджувати механізми, які підвищують зацікавленість компаній у реалізації енергоощадних заходів для кінцевих споживачів. Визначено такі механізми та напрями для більшості країн:

- запровадження законодавчих норм, які розділятимуть функції виробництва та продажу електроенергії, що дозволить підприємствам компенсувати зниження доходів унаслідок впровадження енергоощадних технологій;

- внесення змін до Умов і Правил здійснення підприємницької діяльності, встановлення для енергетичних компаній завдань з підвищення енергоефективності, жорсткість яких має періодично переглядатися залежно від поточної прибутковості послуг з енергоощадності;

- сприяння реалізації заходів з енергоефективності на енергетичних ринках на єдиних умовах і ряд інших заходів щодо фінансування та впровадження енергоощадних технологій для споживачів.

Глобальна енергоефективність і доступ до енергії. У листопаді 2014 р. на саміті у м. Брісбені (Австралія) лідери держав G20 прийняли План дій G20 щодо спільної роботи над забезпеченням доступу «до надійної і прийнятної за вартістю енергії для всіх». У додатку до комюніке саміту зазначено: «Поділяючи загальне розуміння того, що міжнародна енергетична архітектура потребує реформи для кращого відображення мінливих реалій світової енергетики, ми, лідери держав G20, погоджуємося працювати разом, щоб забезпечити доступ до надійної і прийнятної за вартістю енергії для всіх». Для стимулювання торгівлі та інвестицій в енергетику лідери G20 домовилися

підтримувати й полегшувати роботу відкритих, конкурентних, ефективно регульованих, стабільних енергетичних ринків. Також досягнуто згоди щодо усунення в середньостроковій перспективі неефективних субсидій на викопні види палива, які сприяють марнотратному енергоспоживанню.

В ухваленому на саміті Плані дій G20 наголошено: «Країни-учасниці G20, як найбільші економіки світу, які споживають понад 80 % світових енергоресурсів, відзначили, що розширення співпраці у сфері енергоефективності може стати чинником зростання економічної активності і продуктивності, підвищення енергетичної безпеки та сприятиме покращенню стану довкілля». Країни також мають намір спільно працювати над підвищенням енергоефективності транспортних засобів, зокрема, великовантажних автомобілів, з 12 поліпшенням їх економічних характеристик і зниження викидів. У підсумковому документі саміту наголошується, що для реалізації переваг більш високої енергоефективності в усіх країнах G20 необхідно збільшувати обсяг інвестицій у цю сферу. У зв'язку з цим країни G20 запропонували сформувати цільову групу щодо фінансування проектів у сфері енергоефективності, яка працюватиме за підтримки ОЕСР та інших міжнародних організацій, включаючи Світовий банк.

1.3 Європейський Союз. Ефективність використання енергетичних ресурсів

1.3.1 Загальні положення

Європейський Союз з урахуванням інтенсивного розвитку економіки країн і розширення його складу все більше споживає енергії. Особливістю паливноенергетичного балансу держав Західної Європи є обмеженість запасів первинних джерел енергії і нерівномірність їх розподілу по країнах. Запаси органічного палива країн ЄС-27, які складаються головним чином з кам'яного і бурого вугілля, оцінюються в 75 млрд т у. п., або становлять 5 % світових запасів. Більшу частину запасів вугілля зосереджено в Німеччині (83,1 %), Іспанії 16 (6,5 %), Нідерландах (6,1 %) і Великобританії (2,7 %). Запаси нафти

в державах ЄС становлять всього 897,2 млн т, значну частину яких зосереджено у Великобританії (61,5 %) і Данії (18 %). Більшість запасів природного газу держав ЄС зосереджено в Нідерландах, Великобританії, Німеччині та Італії.

Обмеженість ресурсної бази країн ЄС стримує розв'язання проблеми їх залежності від імпорту енергоносіїв. Станом на 2012 р. рівень імпортозалежності ЄС становив 53,4 %. У період до 2030 р., за прогнозом МЕА, потреба в енергоресурсах щорічно зростатиме на 1,7 % і досягне 15,3 млрд т нафтового еквівалента енергії (Mtoe, т н.е.). Попит на нафту збільшиться з 9,7 млн т/день у 2000 р. до 16,3 млн т/день у 2030 р., при цьому майже три чверті приросту припадатиме на транспортний сектор. Споживання природного газу подвоїться, а його частка в балансі енергоносіїв зросте з 24,5 до 28 %.

Єврокомісією визначено ключові орієнтири для країн ЄС щодо імпорту енергоносіїв: - 70 % – допустимий рівень імпорту паливно-енергетичних ресурсів у ЄС до 2030 р. у разі збереження існуючої ситуації; - 45 % – рівень імпорту нафти з Близького Сходу; - 40 % – рівень імпорту газу з Росії. Енергетична ефективність – це ключовий пункт європейської стратегії «Європа 2020», спрямованої на створення умов для стійкого і всеосяжного зростання і розвитку. Це один з найбільш економічно ефективних способів зниження імпортозалежності та підвищення енергетичної безпеки, скорочення викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин. У рамках цієї стратегії Євросоюз ставить за мету скоротити на 20 % споживання первинних енергетичних ресурсів до 2020 року. Енергетичну ефективність безпосередньо пов'язано з економічним розвитком, адже низька енергомісткість підприємства сприяє зниженню собівартості продукції та підвищенню її конкурентоспроможності. У свою чергу економічне зростання є передумовою для суспільного добробуту. Прикладом сталого розвитку в ЄС є Норвегія, в якій енергія видобувається з ПДЕ, економіка є енергоефективною та конкурентоспроможною, а суспільство процвітає. До недавнього часу таким

прикладом була і Німеччина, однак останніми роками інтенсивне державне інвестування у ПДЕ призвело до непропорційного зростання цін на енергоресурси для населення. З кожним роком необхідність подальшої роботи у сфері підвищення ефективності споживання енергії стає все гострішою.

В Європі основними факторами, які сприяють проведенню такої роботи, можна назвати підвищення вартості енергоносіїв, невелика кількість власних родовищ, тобто залежність від імпорту енергоносіїв, а також проблеми, викликані глобальною зміною клімату. Крім цього, існує взаємна залежність країн-членів ЄС від надійності енергопостачання: системне порушення енергозабезпечення в одній країні відповідно позначається на надійності енергопостачання в інших. У цих умовах першочергового, стратегічного значення набуває проблема системного підвищення енергетичної ефективності всіх галузей економіки ЄС. При цьому створення та інтеграція ринків енергії сприятиме підвищенню використання енергетичних ресурсів і надійності енергопостачання. Відзначено також, що лібералізація внутрішнього ринку може підняти ефективність використання енергоресурсів приблизно на 20 %. Із урахуванням зазначеного після завершення формування єдиного відкритого енергетичного ринку вживатимуться відповідні заходи з активізації інвестування в капіталомісткі енергетичні галузі (вугілля, ядерна енергія тощо), а також у розвиток ПДЕ. 18 На підвищення енергоефективності суттєво вплинули ініціативи ЄС.

Так, перші програми: THERMIE (сприяння чистим і енергоефективним технологіям у сфері ПДЕ, раціонального використання енергії в промисловості, будівництві й транспорті, чистого й ефективнішого використання твердого палива і гідрокарбонатів), SAVE (спеціальні дії спрямовані на обмеження викидів вуглекислого газу шляхом підвищення ефективності використання енергії) – це програми, які застосовують нанотехнологічні підходи до ефективного використання енергії.

Країни-члени ЄС відкрито заявили про пріоритет політики підвищення енергетичної ефективності в житловому секторі, враховуючи значну частку

енергоспоживання, яке припадає на нього. Економічний потенціал, одержуваний завдяки впровадженню енергоощадних заходів у будівлях, є величезним: зниження лише на 1 % енергетичної інтенсивності споживання завдяки енергоощадності дозволить заощадити 55 млн т н.е. Важливим етапом у ЄС стало створення єдиної нормативно-правової бази з розвитку енергетики та підвищення енергоефективності.

Починаючи з 2006 р. в ЄС реалізуються нова Європейська енергетична політика (Energy Policy for Europe), а також Стратегічний план з енергетичних технологій (Strategic Energy Technology Plan). До стратегічних документів ЄС у сфері енергоефективності належить «Зелена книга» Єврокомісії від 22 червня 2005 р., яка визначає шляхи вирішення питань підвищення енергоефективності для транспорту, будівель, споруд (енергоощадні технології, ізоляція) і промисловості.

З 2006 р. в ЄС реалізується План дій щодо енергоефективності (рішення Єврокомісії від 19 жовтня 2006 р.), яким передбачається зниження середньорічного споживання енергоресурсів на виробництво одиниці продукції до 2020 р. на 20 % із щорічним його зниженням на 1,5 %. Прийнята і реалізується програма Європарламенту «Розумна енергія для Європи», на фінансування якої виділено 3,6 млн євро для впровадження сучасних інтелектуальних технологій управління енергетичними режимами енергосистем і використання ПДЕ.

На основі цих стратегічних документів у країнах ЄС прийнято і успішно реалізуються ряд Директив і законодавчих актів, метою яких є стимулювання учасників ринку до ефективного використання енергоресурсів. Реалізація директивних рішень щодо раціонального використання енергоресурсів, впровадження енергоефективних технологій в економіці країн із уведенням на електростанціях країн-членів ЄС економічно ефективних енергоблоків і систем контролю

Нова десятирічна Енергетична стратегія ЄС "Energy 2020" відображає пріоритет енергетики в політиці ЄС і визначає досягнення до 2020 р., таких

цілей: зменшення споживання первинної енергії на 20 %, скорочення викидів CO₂ на 20 %, збільшення частки ПДЕ у виробництві енергії не менше ніж на 20 %. Стратегія передбачає також подальше зниження енергомісткості внутрішнього валового продукту (ВВП). Такі документи, як План розвитку технологій нових джерел енергії (SET План), План післякризового відновлення економіки, а також План заходів щодо реалізації «Стратегії 2020» – «Європейський інноваційний план», опублікований у жовтні 2010 р., доповнюють один одного і конкретизують розвиток окремих напрямів інноваційної політики ЄС. Стратегія передбачає вирішення п'яти першочергових завдань: - створення енергоефективної економіки Європи; - формування панєвропейського ринку енергії; - досягнення найвищого рівня безпеки і надійності; - поширення європейського лідерства на технології та інновації в галузі енергетики; - розширення енергетичного ринку ЄС.

1.3.2 Директиви ЄС

Директива з енергоспоживання будівель Directive 2010/31/EC (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) встановлює вимоги до енергетичної ефективності будівель

Основною метою документа є забезпечення створення на національному рівні бази для поліпшення енергетичної ефективності житлових і громадських будівель з установленням ряду кількісних показників енергоспоживання та енергоефективності для: новоспоруджуваних будівель; існуючих будівель; інженерних систем будівель; будівельних матеріалів і конструкцій. Директива передбачає необхідність отримання енергетичного паспорта будівлі (energy performance certificates, EPCs). Для громадських будівель інформація про енергетичний паспорт має бути загальнодоступною. Директива також визначає вимоги до спорудження будівель з «нульовим» енергоспоживанням до 2020 року. Положення директиви мають бути реалізованими всіма країнами-членами ЄС до 2020 року.

Директиву розроблено на основі стандартів CEN, що підвищує роль загальноєвропейських стандартів у національній юридичній практиці кожної

з країн-членів ЄС. За пропозицією Європейського парламенту, в остаточній редакції документа було прийнято ряд додаткових вимог: кожна країна-член ЄС має розробляти і запроваджувати національні особливості з урахуванням економічних можливостей реалізації відповідних заходів з підвищення енергоефективності та встановлювати незалежну систему контролю якості в будівельному секторі; цільові значення і показники національних вимог до енергетичної ефективності мають визначатися з урахуванням структури споживання первинних енергоресурсів (кВт•год./м²), або альтернативних індикаторів споживання енергії; під час реконструкції існуючих будівель обов'язково мають вживатися заходи з підвищення енергетичної ефективності й, за можливості, застосовуватися технології на основі ПДЕ; розробляти та впроваджувати спеціальні вимоги щодо енергетичної ефективності систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря з рекомендаціями щодо зниження навантажень на системи та використання енергоефективних технологій; усі нові будівлі, починаючи з 2020 р., мають відповідати вимозі нульового енергоспоживання (громадські будівлі – з 2022 р.). Визначення терміну «нульове» енергоспоживання залишається за кожною країною-членом ЄС; кожна будівля повинна мати енергетичний паспорт з відображенням фактичних показників і планом з підвищення енергетичної ефективності будівлі; вимога щодо регулярного технічного обстеження всієї системи опалення будівлі.

Діючі в десяти країнах ЄС характеристики будівель з близьким до нульового енергетичного балансу (nZEB)

Директива з екологічних вимог до енергоспоживальної продукції 2009/125/EC (Directive on Ecodesign of Energy Using Products, EuP). Уведено в дію у 2005 році і переглянуто у 2009 році. Перша редакція директиви відносилася лише до продукції і товарів, які безпосередньо споживають енергію. Нова редакція документа (ErP), або скорочено – Екодизайн, містить вимоги до всієї продукції, яка споживає енергію або впливає на зміну обсягів споживання енергії.

Директива щодо маркування продукції класом енергетичної ефективності 2010/30/EC (Energy Labelling Directive, ELD). У 2010 році законодавчу базу було доповнено Директивою щодо маркування продукції класом енергетичної ефективності. Вона містить вимоги до продукції, яка впливає на енергоспоживання будівель, включаючи елементи системи опалення, приводи, насоси, вентилятори, лампи освітлення та інше обладнання інженерних систем.

Директива з екологічних вимог до продукції, яка впливає на споживання енергії, і Директива щодо маркування продукції класом енергетичної ефективності виділяють конкретні групи продукції і встановлюють мінімальні вимоги до споживання енергії під час виробництва відповідної продукції.

Директива з уловлювання та зберігання вуглецю 2009/31/EC (CCS – The Directive on Carbon Capture and Storage) регулює розвиток і реалізацію технології, заснованої на уловлюванні вуглекислого газу, який виділяється під час спалювання вуглецевого палива, і його захоронення у геологічних формаціях.

Директива ЄС щодо схеми торгівлі квотами на викиди 2008/101/EC (ETS – The Directive on an Emission Trading Scheme) визначає конкретні механізми 23 реалізації вимог Кіотського протоколу щодо викидів парникових газів у атмосферу. Вона дозволяє купувати і продавати квоти на викиди вуглекислого газу. Підприємствам, які пройшли встановлену процедуру, квоти видаються безкоштовно. Кожна країна ЄС визначає, яким компаніям і яку кількість дозволів видати, заносить цю інформацію до національного плану розподілу квот, який затверджується урядом та Єврокомісією.

Директиву щодо збільшення частки використання поновлюваних джерел енергії 2009/28/EC (RES – The Directive on the promotion of the use of Energy from Renewable Sources) прийнято Європарламентом у 2009 р., націлено на реалізацію заходів щодо підвищення обсягів використання енергії від ПДЕ. Директива ставить за мету участь усіх членів ЄС у підвищенні частки ПДЕ у загальному споживанні енергії, з визначенням конкретних обсягів для

кожного члена ЄС. Крім того, директива встановлює загальні норми для включення в нормативні національні документи кожної країни-члена ЄС для досягнення до 2020 року встановлених загальних цілей ЄС. У середньому документ пропонує збільшити частку використання ПДЕ на 10 % у загальній структурі споживання первинної енергії.

Наведені показники відображають плани використання ПДЕ в загальному балансі енергоспоживання країн-членів ЄС. За цих умов все більше уваги приділяється можливості використання у відповідних сферах економіки енергії сонця, теплових насосів і біомаси, що сприяє зниженню імпортозалежності країн. Для реалізації «Стратегії 2020» Євросоюзом прийнято скоригований «План енергоефективності – 2011» Європейського Союзу (Energy Efficiency Plan 2011) для підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів до 2016 року шляхом реалізації конкретних законодавчих заходів, а також комплекс заходів, 24 спрямованих на запровадження відповідних економічних стимулів для приватних компаній, органів державної влади та населення.

План з енергоефективності передбачає такі завдання:

- підвищення ефективності виробництва і транспортування електричної та теплової енергії;
- реалізацію вимог щодо зниження енергоспоживання промисловим обладнанням;
- заохочення використання сучасних систем обліку енергоспоживання та створення інтелектуальних енергосистем;
- створення форм звітності щодо споживання енергії для малих і середніх підприємств;
- збільшення темпів реновації житлового фонду для досягнення прийнятих показників енергоспоживання;
- щорічну реконструкцію органами державної влади як мінімум 3 % муніципальних будівель;

- включення показників енергетичної ефективності продукції до процедури державних закупівель;
- установлення вимог щодо зниження енергоспоживання побутовою технікою;
- створення системи управління та обліку енергоспоживання для корпорацій.

Планом дій з енергоефективності передбачено вдосконалення систем перетворення енергоресурсів (генерації) із встановленням обов'язкових вимог щодо відповідного рівня енергоефективності для систем енергозабезпечення потужністю нижче 20 МВт; удосконалення Директиви 2004/8/ЄС щодо стимулювання розвитку когенерації із запровадженням нових правил визначення та встановлення рівнів енергоефективності когенераційних установок; енергоефективності систем централізованого тепло забезпечення; доступу до мереж децентралізованих джерел генерації; підтвердження необхідності нарощування обсягів використання нетрадиційних джерел для виробництва електроенергії.

Реалізація Плану дій з енергоефективності дозволить знизити енергомісткість економіки на 13 %. На підтримку Плану дій щодо енергоефективності 25 жовтня 2012 р. ЄС прийнято Директиву 2012/27/ЄС щодо енергетичної ефективності, якою передбачені зміни директив 2009/125/ЄС та 2010/30/ЄС і анулювання директив 2004/8/ЄС і 2006/32/ЄС. Директива набула чинності 4 грудня 2012 р. Вона встановлює загальні заходи з підвищення енергоефективності в рамках ЄС, визначає правила, спрямовані на усунення бар'єрів на ринку енергоносіїв, які перешкоджають підвищенню ефективності використання енергії. Основні заходи, передбачені Директивою:

- забезпечення ремонту (модернізації) до 3 % від загальної площі 25 опалювальних і / або охолоджувальних будівель у державному секторі;
- довгострокова національна стратегія з реконструкції будівель, у тому числі комерційних, житлових, громадських і приватних;

- реалізація потенціалу високоефективної когенерації та ефективного районного опалення і охолодження до кінця 2015 року, з обов'язковим поновленням доповідей про хід реалізації кожні п'ять років.

Починаючи з 30 квітня 2013 р. країни-члени зобов'язані щорічно повідомляти про хід реалізації національної політики енергетичної ефективності.

Директива з енергетичної ефективності 2012/27/ЕС містить такі положення:

- підвищення ефективності енергетичної системи. Енергетичні компанії, які підпадають під дію директиви, зобов'язані досягти встановленого рівня енергетичної ефективності виробництва і транспортування енергії. Одним із заходів для споживачів електроенергії є вимога щодо щорічного зниження загального енергоспоживання на 1,5 % за період з 2014 р. по 2020 р. від рівня 2009 р.;

- енергоаудит. Установлено перелік організацій і компаній, які оперують на енергетичному ринку та які є великими споживачами енергії і підпадають під вимоги Директиви про необхідність проходження процедури енергоаудиту. Процедуру енергетичного обстеження запропоновано проводити не пізніше ніж через три роки з моменту вступу в силу директиви (2012 р.) і повторювати кожні чотири роки кваліфікованими енергоаудиторами;

- підвищення ефективності систем опалення та кондиціонування повітря. Всі країни-члени ЄС мають завершити і надати Єврокомісії звіти за поточний стан справ і плани у сфері комбінованого виробництва теплової та електричної енергії для опалення та кондиціонування повітря будівель; • розроблення механізмів фінансування. Органи державної влади кожної з країн-членів ЄС мають розробляти та впроваджувати або використовувати вже існуючі механізми фінансування інвестицій у сфері енергетичної ефективності;

- загальноєвропейські та національні цілі. Директива визначає спільну мету щодо зниження енергоспоживання в ЄС на 20 % до 2020 р. Кожна з країн

має встановлювати власні цілі щодо підвищення енергетичної ефективності та уточнювати відповідні положення національної стратегії кожні три роки – у 2014, 2017 і 2020 рр.

Серед запропонованих напрямів підвищення енергоефективності найважливіша роль відводиться комбінованому виробництву тепла та електроенергії. Європейською асоціацією зі сприяння когенерації (COGEN Europe) виконано прогнозний аналіз про перспективи теплофікації до 2050 р., в якому відмічено значну роль теплофікації в Європейській енергетичній політиці. Можливості 26 енергоощадності за умови переходу на ТЕЦ є дуже великими, бар'єри на шляху їх реалізації мають вчасно усуватися.

На саміті 23-24 жовтня 2014 року Європейська Рада схвалила основні напрями політики у сфері клімату та енергетики до 2030 року (див. рис. 1.3). В основу рішення Євроради покладено повідомлення Комісії від 22 січня 2014 року «Основа політики у сфері клімату та енергетики з 2020 до 2030 року» і повідомлення Комісії від 23 липня 2014 року «Енергоефективність та її внесок в енергетичну безпеку й основи політики у сфері клімату та енергетики до 2030 року». Зазначеним документом до 2030 року визначено цільові показники зі скорочення викидів вуглецю, підвищення частки ПДЕ, збільшення енергоефективності, а також реформа «Системи торгівлі викидами вуглецю» (СТВ).

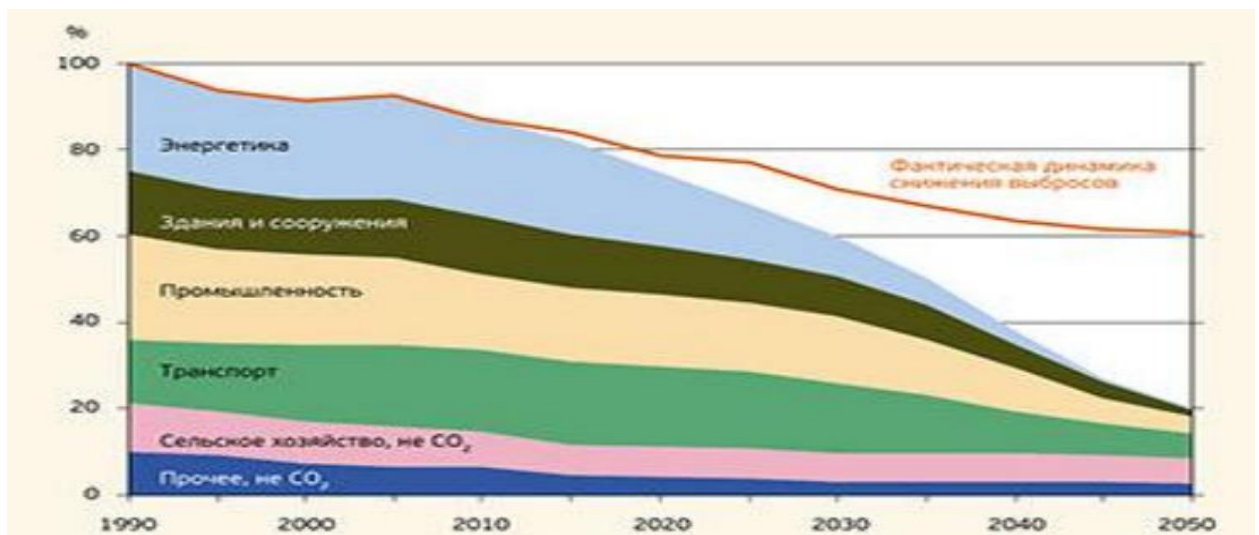


Рисунок 1.3 Зниження викидів парникових газів за секторами економіки

1.4. Україна. Реалізація завдань з підвищення енергоресурсів в цілому та для бюджетних установ.

1.4.1 створення сучасної системи енергоефективності у відповідності до Директив ЄС.

Україна взяла на себе ряд міжнародних зобов'язань щодо впровадження реформ енергоефективності підписавши Угоду про Асоціацію з ЄС, ставши членом Енергетичного Співтовариства та приєднавшись до концепції та цілей сталого розвитку ООН. Основою для створення системи енергоефективності є транспонування Директив ЄС, зокрема, Директиви 2012/27/ЄС та Директиви 2010/31/ЄС.

В останні роки пріоритетним сектором для енергоефективності в Україні були житлові будинки, що обумовлено одним із найбільших економічних потенціалів (потенціал скорочення споживання енергії житловими будинками може скласти близько 9 млн тне та 3 млрд євро щорічно) та соціальною необхідністю через підвищення тарифів на комунальні послуги. За лідерством Мінрегіону та завдяки активній підтримці донорів та міжнародних партнерів України в цьому секторі активно створюються передумови та механізми впровадження енергоефективності – прийняте необхідне первинне законодавство, ведеться розробка підзаконних актів, створений механізм державної фінансової підтримки «Теплі кредити», створюється Фонд енергоефективності. Схематично зображено на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 Законодавча база реформи енергоефективності у житловому секторі

Реформа енергоефективності у всіх інших сегментах (промисловість, транспорт, постачання енергії) знаходиться на початковому етапі і потребує політичного лідерства, комплексної та скоординованої роботи Уряду, донорів та міжнародних партнерів України. Результатом реформи має стати ефективна система регуляцій, інституцій та інструментів впровадження енергоефективності

Реформа енергоефективності є однією з пріоритетних реформ України, яка була, зокрема, передбачена Коаліційною угодою ще у 2014 році. Крім того, Україна взяла на себе зобов'язання щодо її виконання у відповідності до Директив ЄС, вступивши до Енергетичного Співтовариства та підписавши Угоду про Асоціацію з ЄС. Підвищення енергоефективності є необхідним елементом для зростання енергонезалежності країни та скорочення енергоємності економіки. Наразі, показник енергоємності ВВП за паритетом купівельної спроможності в Україні втричі вище ніж у більшості країн Європи. За останні три роки був досягнутий значений прогрес у впровадженні реформи (особливо в секторі житлових будинків): прийнято важливі закони, підзаконні акти, на завершальній стадії процес запуску Фонду енергоефективності, тощо.

Українська енергетична система характеризується високою енергетичною залежністю від імпорту енергоресурсів – третина первинної енергії імпортується. 44% енергії втрачається при перетворенні та транспортуванні до фінального споживача (в той час як в ЄС середній показник становить 32%) – з 92 млн тне постачання первинної енергії, кінцеве споживання становить 52 млн тне. Найбільшим споживачем енергії є побутовий сектор та промисловість – 17,6 млн тне (або ~35%) та 15,0 млн тне (або ~29%) відповідно. Ключові джерела постачання первинної енергії – вугілля (~33%), природний газ (28%) та атомна енергія (23%) (див. рис. 1.5).

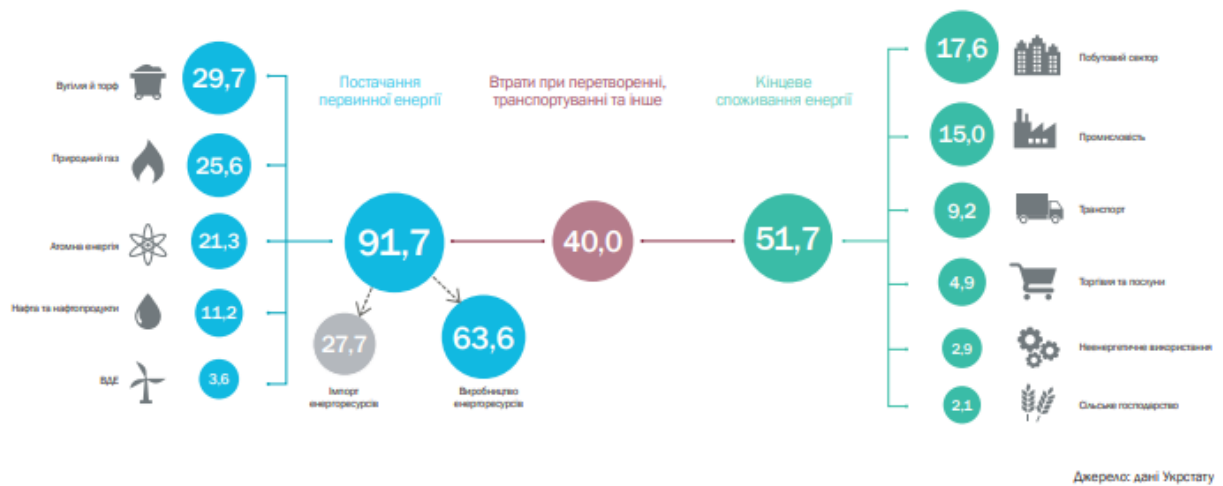


Рисунок 1.5 Споживання енергії в Україні в 2017 році []

Відповідно до чинного Національного плану дій з енергоефективності, Україна взяла на себе зобов'язання досягти 9% (або 6,5 млн тне) зменшення енергоспоживання до 2020 року порівняно з рівнем 2005-2009 років. Встановлена ціль була досягнута ще у 2013 році, однак, головним фактором стало не впровадження енергоефективних заходів, а економічний спад в країні (з 2008 по 2016 рік реальний ВВП України знизився на 19,5%) та втрата контролю над частиною території (Крим та територія проведення АТО).

1.4.2 Комплексний підхід до реформи енергоефективності

Масштабне впровадження енергоефективності вимагає не тільки наявності технологічної, організаційної та фінансової складових для реалізації проектів, але й збалансованої та прозорої системи відносин між ключовими суб'єктами енергетичного ринку. Отже критично важливими є забезпечення комерційного обліку, достатнього рівня платіжної дисципліни, наявності сучасних систем енергоменеджменту, професійного ринку енергоаудиторів та комунікаційних кампаній з популяризації енергоефективності. До того ж, реформа енергоефективності має узгоджуватись з іншими пов'язаними реформами, схематично зображено на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 Взаємозв'язок між компонентами системи енергоефективності []

Таким чином, паралельно з створенням сучасного законодавчого поля, інструментів фінансування та підтримки реалізації проектів з енергоефективності в Україні, необхідно посилити процес створення базових передумов для впровадження енергоефективності.

Результатом реформи енергоефективності має стати комплексна система, яка може бути ефективно застосована на місцевому рівні з урахуванням локальних особливостей, планів місцевого розвитку та нового розподілу повноважень в результаті децентралізації влади. В такій структурі дуже важливу роль відіграватиме місцева влада, від якої залежить не тільки швидкість та масштаби впровадження заходів з енергоефективності, але й досягнення синергії від взаємодії ключових інституцій та інструментів в системі енергоефективності.

В свою чергу, центральні органи влади такі як КМУ та Міністерства, повинні створити відповідні умови, надати місцевій владі ефективні інструменти впровадження та забезпечувати загальнодержавний моніторинг і координацію реалізації реформи. Модель зображена на рисунку 1.7.

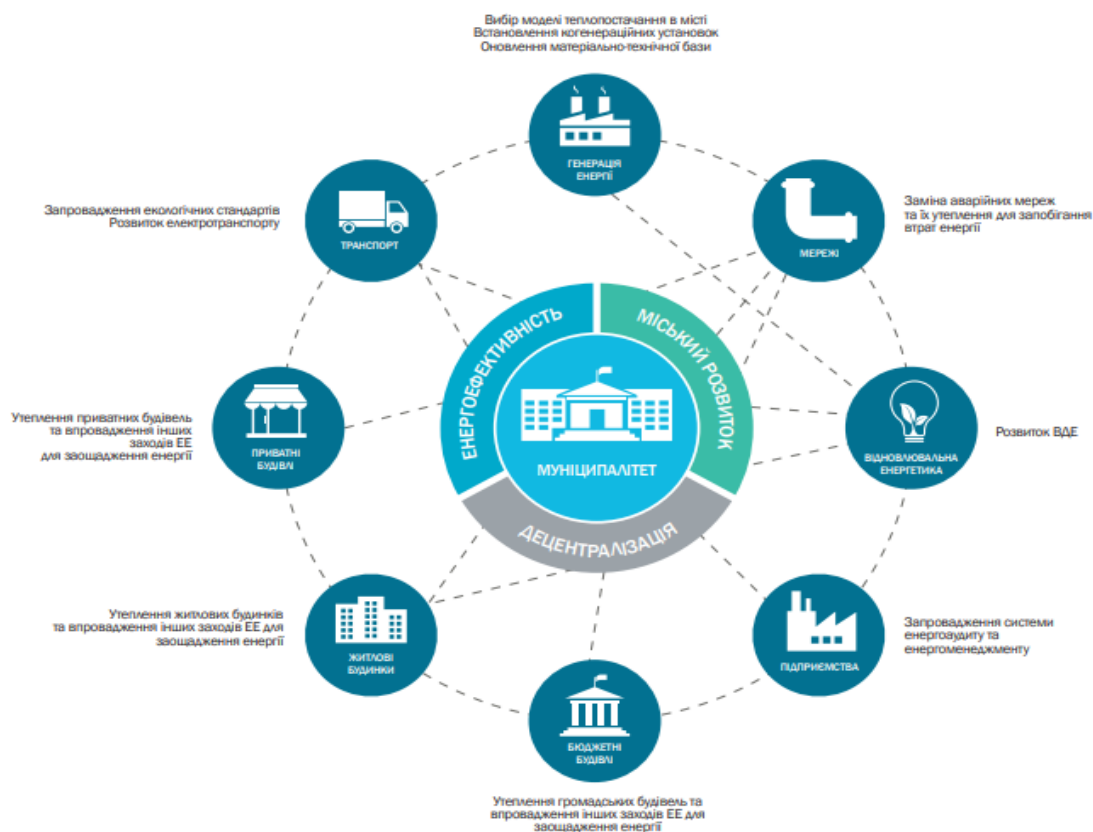


Рисунок 1.7 Модель ефективного виробництва, транспортування та споживання енергії в муніципалітетах

1.4.3 Енергоефективність в бюджетному секторі: будівлі та публічні закупівлі

Бюджетний сектор в Україні представлений близько 70 тисячами будівель, 60 тис з яких – місцевої влади та 10 тис – центральної.

Крім зменшення споживання енергоресурсів енергоефективність в бюджетному секторі має дві додаткові цілі:

- Популяризація енергоефективності серед інших споживачів (відповідно Директиви 2012/27/ЄС бюджетні будівлі (та особливо будівлі центральних органів влади) мають виконувати показову роль та слугувати прикладом впровадження енергоефективності);
- Економія бюджетних коштів (наприклад, витрати на енергоресурси місцевих органів влади складають близько 12 млрд грн щорічно. В той же час вони можуть зменшитися вдвічі за рахунок комплексної реновації).

Проведення реновації будівель центральних органів влади, які не відповідають мінімальним вимогам енергоефективності вимагається Директивою 2012/27/ЄС. Україна зобов'язалася проводити реновацію 1% загальної площі будівель центральних органів влади на рік. При цьому будівлі до 250 м² опалюваної площі можуть бути виключенні з зобов'язання, а будівлі з найвищим енергоспоживанням (КВт-год./м² на рік) є пріоритетними. Виконання цього зобов'язання означає для України скорочення витрат на енергію на 30 млн. грн. кожного наступного року (за цінами 2017 року). Впродовж 7 років це дозволить зекономити понад 1 млрд. грн. (див. рис 1.8)



Рисунок 1.8 Витрати місцевих бюджетів на товари та послуги у 2018 році

Іншою складовою енергоефективності в бюджетній сфері є встановлення вимог енергоефективності у публічних закупівлях (Energy Efficient Public Procurement). Відповідно до статті 6 Директиви 2012/27/ЄС органи влади повинні закуповувати високоенергоефективні товари, послуги та будівлі, з урахуванням економічної ефективності, доцільності, технічної відповідності, сталості та достатнього рівня конкуренції. Закуплені товари повинні мати найвищий клас енергоефективності згідно з положеннями Директиви

2010/30/ЄС. Ці правила можуть не застосовуватись до невеликих закупівель або закупівель у військовій сфері

Одним із найефективніших інструментів для фінансування реалізації енергоефективних проектів є залучення муніципальних запозичень. Тож законодавче регулювання цих відносин потребує окремої уваги.

Фінансова децентралізація та загальне поліпшення економічної ситуації в Україні вже створює сприятливі умови для розвитку ринку муніципальних запозичень. Правила та обмеження на залучення запозичень муніципалітетами встановлено Бюджетним кодексом України (ст. 16, 18, 71, 73 та 74) та ПКМУ №110. Поточне законодавство дозволяє досить ефективно залучати позики, але при цьому потребує вдосконалення для запровадження прозорих та безпечних відносин між інвесторами й позичальниками:

- Вдосконалення процедури узгодження муніципальних запозичень з Мінфіном;
- Запровадження середньострокового планування бюджетних видатків;
- Вдосконалення правил, що встановлюють обмеження на муніципальний борг і витрати на його обслуговування для захисту кредиторів;
- Вдосконалення законодавчих норм щодо забезпечення муніципальних запозичень та інше.

Основою для впровадження енергоефективності в бюджетних будівлях має стати інвентаризація та створення відповідної бази даних принаймні з базовими технічними та енергетичними параметрами. На основі цієї бази даних будівлі мають бути пріоритизовані та розроблені відповідні плани заходів та програми щодо їх реновації. Один із варіантів щодо ефективної організації інвентаризації будівель та подальшого супроводу реформи в цьому секторі може стати створення окремого підрозділу на базі Мінрегіону або ДАЕЕ. Метою діяльності такого підрозділу є ведення необхідних реєстрів, моніторинг енергоспоживання та впровадження заходів енергоефективності, визначення пріоритетів, оперативне забезпечення інформацією ключових

органів влади, сприяння здійсненню енергоменеджменту, формування інвестиційних пропозицій на основі даних тощо.

Для фінансування енергоефективності в бюджетних будівлях можуть використовуватися такі джерела, як:

- Власні кошти органів влади;
- Кошти банківських установ;
- Державна підтримка енергоефективності – Фонди регіонального розвитку та інші;
- Кошти міжнародних фінансових організацій (безповоротні та кредитні);
- ЕСКО (проекти «під ключ») (див. рис 1.8);
- Випуск облігацій.

Найбільш розповсюдженим джерелом фінансування енергоефективних проектів є використання власних ресурсів органів влади. Проте власні ресурси завжди обмежені та не дозволяють забезпечити масштабну реалізацію реформи енергоефективності. Важливе значення, протягом останніх років, відіграє донорське фінансування інфраструктурних проектів, в тому числі з енергоефективності.

Наразі в Україні існують програми кредитування від ЄБРР, ЄІБ, НЕФКО та Е5Р. В рамках програм, окрім фінансування, муніципалітети можуть отримати технічну та консультаційну підтримку при впровадженні проекту. Ресурсний потенціал таких програм повинен завдати напрямок у реалізації проектів енергоефективності, але не може покрити необхідну інвестиційну потребу в секторі.

Питання обмеженого фінансування при впровадженні енергоефективності може вирішити залучення банківського сектору. Банківське кредитування розташоване на другому місці серед джерел коштів на реалізацію проектів в ЄС. Це зумовлено більшою мірою легкістю залучення коштів, наявністю ресурсів у банків та відсутністю конкуренції між потенційними позичальниками. Незважаючи на високі відсоткові ставки, навіть в українських реаліях проекти енергоефективності зазвичай є самоокупними.

Крім того українські муніципалітети мають величезний потенціал для залучення кредитних коштів.

Також в останні роки в Європі стрімко розвивається більш складний спосіб фінансування – енергосервісні контракти або ЕСКО. Окрема стаття 18 Директиви 2012/27/ЄС вимагає створення сприятливих умов для розвитку ринку послуг енергосервісу



Рисунок 1.8 - Приклади програм МФО, в рамках яких муніципалітети можуть залучити фінансування на впровадження енергоефективності

1.5 Висновок

У першому розділі магістерської дисертації було проаналізовано тенденції в сфері енергоефективності та енергозбереження. З аналізу зрозуміло, що ЄС розробив систему законопроектів та директив, щоб зменшити викиди CO₂ та споживання енергії. Стратегії прийняті на самітах та засіданнях комісії ЄС є важливим етапом не тільки для енергетики, а для і всього людства. Тому ЄС вимагає цілковитого виконання та відповідності енергосистем щодо цих директив.

В Україні розпочався процес розроблення та запровадження комплексної системи з енергоменеджменту та зрозуміло, що до початку повного функціонування система не є ефективною. Тому для розвитку

України в економічному та екологічному плані потрібно ще виконати багато задач та стратегії.

Комплексна система енергиточного менеджменту включає в себе багато факторів, тому аналіз кожного з них може зайняти багато часу та ресурсів. Саме через пропонується виконати аналіз однієї з ланок, а саме закладів освіти, з метою покращення енергоспоживання цих об'єктів, а значить і системи в цілому.

2 ЕНЕРГТИЧНИЙ АУДИТ

Об'єктом дослідження є дошкільний навчальний заклад №654, що знаходиться в місті Києві, Україна, за адресою: вул. Виборзька 51/53.

2.1 Загальні відомості про об'єкт дослідження

Дитячий садочок № 654 був збудований у 1987 році.

Капітальний ремонт огорожуючих конструкцій останнім часом не проводився.

Двоповерховий дошкільний навчальний заклад №654 конструктивно виконаний окремою будівлею.

Зовнішні стіни будівлі виконані з кермзитобетонних панелей товщиною 380 мм, ззовні вкриті шаром штукатурки. Зовнішній фасад не має очевидних пошкоджень.

Вікна з подвійним склінням у дерев'яних спарених рамах в незадовільному стані, спостерігаються нещільності між рамою та склом. Дерев'яна конструкція деяких віконних рам знаходиться в аварійному стані і частково зруйнована. Це призводить до того, що деякі вікна не можуть бути щільно закритими, збільшуючи втрати тепла на нагрів інфільтраційного повітря. Загальна площа вікон – 685,15 м². Вхідні двері будівлі дерев'яні не утеплені та погано ущільнені, через них спостерігаються значні тепловтрати. Загальна площа дверей рівна 83,55 м².

Дах плоский, знаходиться безпосередньо над опалювальними приміщеннями. Переkritтя виконано з залізобетонної панелі товщиною 220 мм та ззовні вкрито шаром утеплювача (150 мм) та подвійним шаром гідроізоляції – руберойдом (10 мм). Площа даху – 1361,1 м².

Підвал неопалювальний (або технічне підпілля) під всією площею будівлі, напівцокольний. Переkritтя підлоги складається з залізобетонної плити товщиною 200 мм, шару цементно-піщаної стяжки – 60 мм, верхній шар

– паркет, який має товщину 20 мм. Підлога знаходиться над неопалювальним підвалом.

Розрахункова площа будівлі складає 2195,4 м², площа опалювальних приміщень – 2612,9 м², опалювальний об'єм – 8622,5 м³.

Робочий день персоналу закладу з 7.00 до 19.00

Загальна кількість робочого персоналу складає 65 особи. Дітей перебуваючих у закладі – 232.

2.2 Опис енергетичних систем об'єкту

Система теплопостачання 2 - х трубна, залежна схема підключення системи опалення до теплових мереж. Систему опалення будівлі обладнано автоматичною системою регулювання теплового потоку з циркуляційним насосом. Існуюча теплоізоляція трубопроводів та запірної арматури системи опалення знаходиться в задовільному стані.

Гаряче водопостачання об'єкта здійснюється шляхом центрального водопостачання. Також для додаткового джерела гарячої води в дитячому садку встановлено індивідуальний бойлер.

Система опалення запроектована однотрубна з нижньою розводкою. Всі радіатори були замінені на сталеві з терморегуляторами.

Система вентиляції за проектом будівлі природня витяжна, в приміщеннях кухні запроектована механічна припливно-витяжна.

Система внутрішнього освітлення будівлі складається з люмінесцентних ламп, кількістю 250 штук та потужністю 18 Вт. Система зовнішнього освітлення будівлі складається з ртутних ламп ДРЛ-400, кількістю 12 штук та потужністю 400 Вт кожна.

Холодне водопостачання здійснюється від міського водоканалу. Всього до будівлі один підвід води, які з'єднуються з трубами, розподіляючи воду по всьому садку. Ці труби розміщені в підвальному приміщенні.

Системи обліку енергоносіїв.

Електрощитова в дитячому садку знаходиться в окремому приміщенні на 1 поверсі, яке зачиняється на ключ. Вона складається з 2 лічильників. В свою чергу один з лічильників веде облік електроенергії лише на кухні, а інший по решті будівлі. Електрощитова в дитячому садку знаходиться в окремому приміщенні, в підвалі, яке зачиняється на ключ. Вона складається з 2 лічильників. В свою чергу один з лічильників веде облік силових споживачів електроенергії на кухні, а інший по решті будівлі.

Тип: СА4У – И672М № 004779; коеф. перерахунку 100/5;

Тип: СА4У – И672М № 221403; коеф. перерахунку 100/5.

Тепловий лічильник: Катр Лесс ЛВТЕ-3С;

Лічильник ХВП: Sensus № 2079121-06;

Тепловий та лічильник ХВП знаходяться в приміщенні тепlopункту, яке знаходиться в підвалі.

Насосне обладнання:

- циркуляційний насос опалення: Grundfos UPSD 32-60/F;

- рециркуляційний насос ГВП: Grundfos UPS 25-60/180;

Вентиляторне обладнання: вентилятор витяжний, В1 Ц4-70 №5 (кухня).

2.3 Загальний опис системи тепlopостачання

В дошкільному навчальному закладі № 654 система тепlopостачання 2 - х трубна, залежна схема підключення системи опалення до теплових мереж. Систему опалення будівлі обладнано автоматичною системою регулювання теплового потоку з циркуляційним насосом. Існуюча теплоізоляція трубопроводів та запірної арматури системи опалення знаходиться в задовільному стані.



Рисунок 2.1 – Теплопункт ДНЗ №654

Гаряче водопостачання об'єкта здійснюється шляхом центрального водопостачання. Також для додаткового джерела гарячої води в дитячому садку встановлено індивідуальний бойлер.

Система опалення запроектована однотрубна з нижньою розводкою. Всі радіатори були замінені на сталеві з терморегуляторами.

Система вентиляції за проектом будівлі природня витяжна, в приміщеннях кухні запроектована механічна припливно-витяжна.

Система внутрішнього освітлення будівлі складається з люмінесцентних ламп, кількістю 250 штук та потужністю 18 Вт. Система зовнішнього освітлення будівлі складається з ртутних ламп ДРЛ-400, кількістю 12 штук та потужністю 400 Вт кожна.

Холодне водопостачання здійснюється від міського водоканалу. Всього до будівлі один підвід води, які з'єднуються з трубами, розподіляючи воду по всьому садку. Ці труби розміщені в підвальному приміщенні.

2.4 Обсяги споживання енергоносіїв

Об'єми споживання теплової енергії, електроенергії і водних ресурсів наведено в таблицях 2.1 – 2.3. Робочий день персоналу закладу – з 7.00 до 19.00. Дані по споживанню взяті за 2016-2018 р.р.

2.4.1 Річне споживання електричної енергії

Річне споживання електричної енергії в 2014 - 2016 р.р., за місяцями заносимо у таблицю 2.1 та проаналізуємо споживання енергоносія (рис. 2.2).

Таблиця 2.1 – Річне споживання електричної енергії

Місяць	2016		2017		2018	
	кВт·год	грн	кВт·год	грн	кВт·год	грн
Січень	5520	6838,62	6635	10518,6	6900,40	13160,99
Лютий	7901	9788,38	10172	16125,86	10578,88	20176,89
Березень	4401	5452,31	6543	10891,74	6281,28	11980,17
Квітень	4682	5800,44	4474	7522,22	4205,56	8021,18
Травень	3253	4223,69	4550	7562,11	4277,00	8647,06
Червень	3121	4246,69	3222	5530,88	3060,90	6188,41
Липень	1226	1744,99	1317	2373,76	1264,32	2556,15
Серпень	462	657,58	1486	2678,36	1367,12	2949,37
Вересень	1694	2507,46	506	912,01	526,24	1135,29
Жовтень	2687	3977,3	2234	4076,95	2345,70	5544,95
Листопад	6641	9830,04	11138	20326,4	10692,48	25275,74
Грудень	9577	14459,74	5017	9155,82	4816,32	11385,20
Всього	51165	69527,24	57294	97674,71	56316,2	117021,41

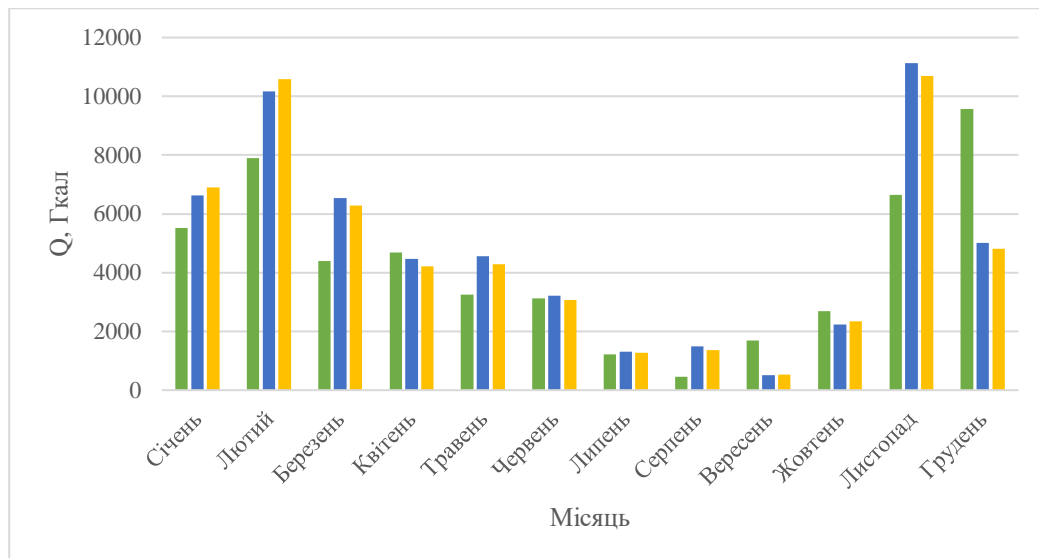


Рисунок 2.2 – Графік споживання електричної енергії в 2016-2018 .р.р.

Споживання електричної енергії нерівномірне протягом року, оскільки взимку та восени тривалість світлового дня менше і більше часу використовується освітлення.

2.4.2 Річне споживання теплової енергії

Річне споживання теплової енергії в 2016 - 2018 р.р., за місяцями заносимо у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Річне споживання теплової енергії

Місяць	2016		2017		2018	
	Гкал	грн	Гкал	грн	Гкал	грн
Січень	71,99	49555,84	67,10	89005,20	64,42	101513,18
Лютий	79,12	52881,91	49,20	65261,64	50,68	78858,15
Березень	64,50	43110,25	46,25	81588,54	45,33	70281,12
Квітень	37,26	32674,51	32,98	56134,76	33,64	52161,69
Травень	5,36	5145,41	2,90	4584,80	2,84	3833,01
Червень	3,08	3391,53	2,26	3530,15	0	0
Липень	0	0	0,24	375,58	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0
Жовтень	14,84	16442,66	0	0	12,00	16627,10

Листопад	49,10	54402,62	23,24	34943,92	25,10	34782,22
Грудень	55,20	71101,31	100,02	150366,89	72,82	100893,97
Всього	380,45	328706,04	324,20	485791,48	306,82	458950,44

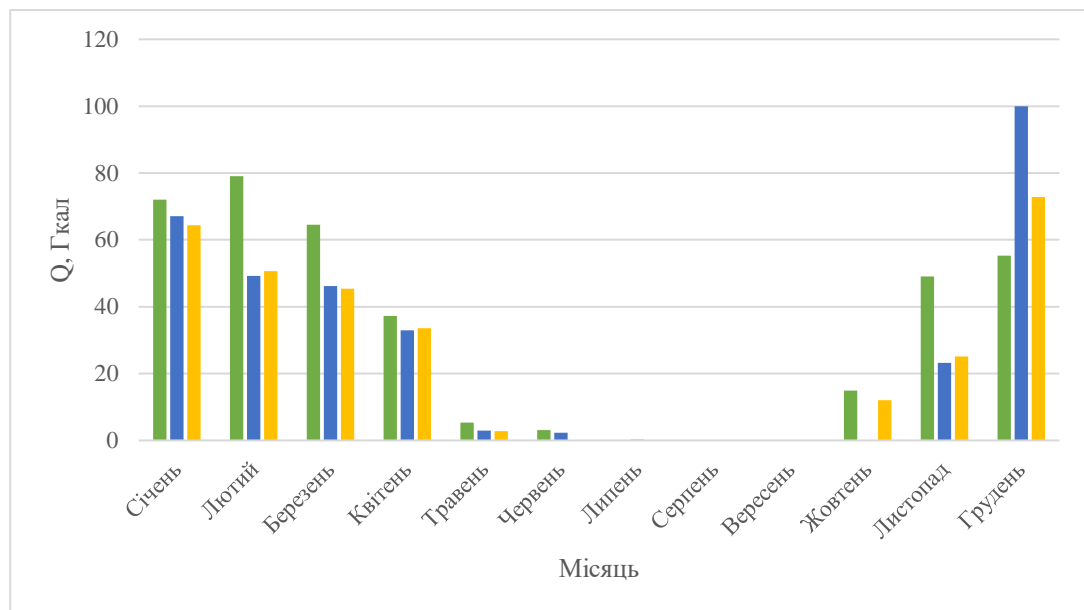


Рисунок 2.3 – Графік споживання теплової енергії ДНЗ №654 в 2016-2018р.р.

Споживання теплової енергії садком відбувається тільки під час опалювального сезону, в інший час теплове навантаження будівлі дорівнює нулю. Найбільша кількість теплової енергії споживається в зимові місяці як в найхолодніший час. У весняні і осінні місяці споживання теплоти менше, ніж в зимові, оскільки „Київенерго” здійснює регулювання температури теплоносія (якісне регулювання) для створення комфортніших умов в приміщеннях у відповідності зі змінами температури за вікном.

2.4.3 Річне споживання холодної води

Данні по споживанню холодної води заносимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Річне споживання холодної води

Місяць	2014		2015		2016	
	м³	грн.	м³	грн.	м³	грн.
Січень	585,00	2969,46	537,00	2087,86	504,78	2319,97
Лютий	646,00	3279,10	571,00	2220,05	588,13	2703,05

Березень	616,00	3917,74	492,00	1912,90	506,76	2329,07
Квітень	650,00	4820,40	514,00	1998,43	488,30	2244,22
Травень	744,00	5517,50	692,00	2943,96	664,32	3053,21
Червень	633,00	4694,33	719,00	3304,52	747,76	3436,70
Липень	0	0	362,00	1663,75	340	1562,64
Серпень	494,00	3687,22	0	0	166	875,07
Вересень	305,00	2276,52	398,00	1829,21	223	1367,44
Жовтень	352,00	2627,33	182,00	836,47	243	1490,08
Листопад	677,00	5053,13	171,00	785,92	308	1888,66
Грудень	582,00	2262,82	280,00	1286,88	256	1569,79
Всього	6284,00	41105,55	4918,00	20869,95	5036,05	24839,89

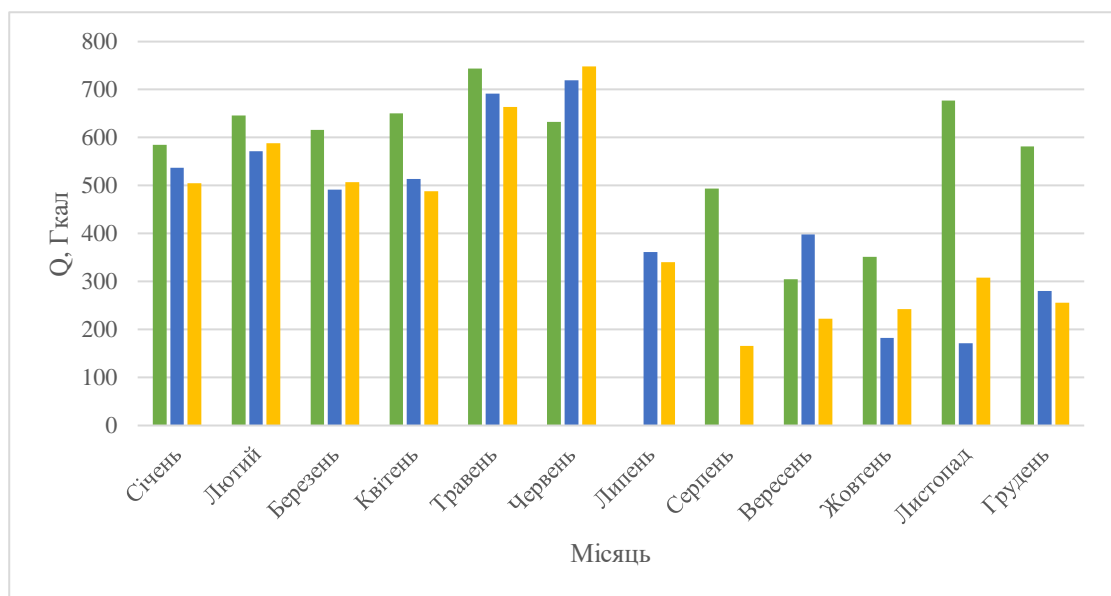


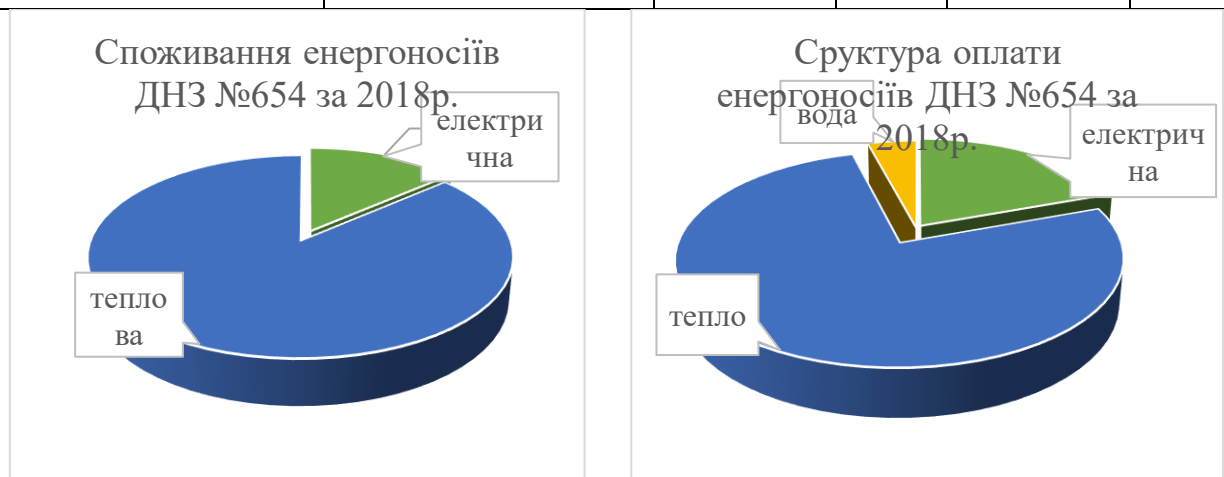
Рисунок 2.4 – Споживання холодної води ДНЗ №654 в 2016-2018 р.р.

2.5 Структура витрат

Структура витрат наведені в табл. 2.4 та рис. 2.5.

Таблиця 2.4 Структура споживання і оплати енергоносіїв за 2018р.

Енергоресурси	Споживання			Оплата	
	натуральні одиниці	кВт·год	%	грн.	%
Електрична енергія	56316,20	56316,20	13,6 3	117021,4 1	19,4 8
Теплова енергія	306,82	356829,2 3	86,3 7	458950,4 4	76,3 9
Вода	5036,05	-	-	24839,89	4,13



а

б

Рисунок. 2.5 – Структура споживання і оплати енергоносіїв за 2018р.:

а) структура споживання енергоносіїв; б) структура оплати за 2018 рік.

2.6 Обстеження поточного стану огорожуючих конструкцій об'єкту

2.6.1 Зовнішні стіни

Зовнішні стіни будівлі виконані з керамзитобетонних панелей товщиною 380 мм, ззовні вкриті шаром штукатурки. Зовнішній фасад не має очевидних пошкоджень. Розрахункова площа будівлі складає 2195,4 м², площа опалювальних приміщень – 2612,9 м², опалювальний об'єм – 8622,5 м³.

Склад стіни:

- керамзитобетонні панелі $\lambda=0,41 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщина $\delta=0,38 \text{ м}$;
- внутрішня цементно-піщана штукатурка $\lambda=0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, товщина $\delta=0,02 \text{ м}$;
- зовнішня цементно-піщана штукатурка $\lambda=0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, товщина $\delta=0,03 \text{ м}$.

Розрахуємо термічний опір стін та порівняємо з нормативним значенням в I температурній зоні:

$$R = \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в}, \quad (2.1)$$

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{23} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,03}{0,81} + \frac{0,38}{0,41} + \frac{1}{8,7} = 1,14 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Для I зони, значення мінімального термічного опору для стін за [1]:

$$R_{q\text{min}} = 3,3 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}; \quad R_{q\text{min}} > R_{\text{cm1}}.$$

Як бачимо, значення термічного опору не відповідає нормативному значенню, тому в майбутньому потрібно виконати утеплення фасадів.

$$\text{Коефіцієнт теплопередачі стіни: } k_{\text{ст}} = \frac{1}{R_{\text{ст}}} = \frac{1}{1,14} = 0,87 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

2.6.2 Вікна

Вікна з подвійним склінням у дерев'яних спарених рамах в незадовільному стані, спостерігаються нещільності між рамою та склом. Дерев'яна конструкція деяких віконних рам знаходиться в аварійному стані і частково зруйнована. Це призводить до того, що деякі вікна не можуть бути щільно закритими, збільшуючи втрати тепла на нагрів інфільтраційного повітря. Загальна площа вікон – 685,15 м².

Дані вікна з термічним опором: $R_B = 0,568 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$.

Коефіцієнт теплопередачі вікна: $k_B = \frac{1}{R_B} = \frac{1}{0,568} = 1,76 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$.

Для І зони, значення мінімального термічного опору для вікон за [1]:

$$R_{q\min} = 0,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}; \quad R_{q\min} > R_B.$$

Значення термічного опору не відповідають тим, що зазначені в [1], тому в майбутньому необхідно замінити вікна на енергозберігаючі, які будуть відповідати нормативному значенню.

2.6.3 Двері

Вхідні двері будівлі дерев'яні не утеплені та погано ущільнені, через них спостерігаються значні тепловтрати. Загальна площа дверей рівна 83,55 м².

Термічний опір дверей складає: $R_D = 0,568 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$.

Коефіцієнт теплопередачі дверей: $k_D = \frac{1}{R_D} = \frac{1}{0,568} = 1,76 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$.

Для І зони, значення мінімального термічного опору для дверей за [6]:

$$R_{q\min} = 0,65 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}; \quad R_{q\min} > R_D.$$

Значення термічного опору не відповідають тим, що зазначені в [1], тому в майбутньому необхідно замінити двері на енергозберігаючі, які будуть відповідати нормативному значенню.

2.6.4 Дах

Дах плоский, знаходиться безпосередньо над опалювальними приміщеннями. Перекриття виконано з залізобетонної панелі товщиною

220 мм та ззовні вкрито шаром утеплювача (150 мм) та подвійним шаром гідроізоляції – руберойдом (10 мм). Площа даху – 1361,1 м².

- залізобетонні плити з $\lambda=1,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,22$ м ;
- керамзитовий утеплювач $\lambda=0,11 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; товщиною $\delta=0,15$ м;
- розчин цементно-піщаний $\lambda=0,58 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; товщиною $\delta=0,05$ м;
- 2 шари руберойду з $\lambda=0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,01$ м;
- шар бітуму з $\lambda=0,27 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,01$ м.

Розрахуємо термічний опір даху та порівняємо з нормативним значенням в І температурній зоні за (2.1):

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{23} + \frac{0,22}{1,2} + \frac{0,15}{0,11} + \frac{0,05}{0,58} + \frac{2 \cdot 0,01}{0,17} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{1}{8,7} = 1,73 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для даху за [1]:

$$R_{q\min} = 5,35 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}; \quad R_{q\min} > R_{\text{дах}}.$$

Як бачимо, значення термічного опору не відповідає тому, що зазначено в [1]. Тому в майбутньому потрібно виконати утеплення даху.

$$\text{Коефіцієнт теплопередачі даху: } k_{\text{дах}} = \frac{1}{R_{\text{дах}}} = \frac{1}{1,73} = 0,58 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

2.6.5 Підлога

Перекрыття підлоги складається з залізобетонної плити товщиною 200 мм, шару цементно-піщаної стяжки – 60 мм, верхній шар – паркет, який має товщину 20 мм. Підлога знаходиться над неопалювальним підвалом.

Підлога складається:

- залізобетонна плита з $\lambda=2,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ та товщиною $\delta=0,02$ м;
- цементно-піщаний розчин з легкого бетону $\lambda=0,58 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ та товщиною $\delta=0,06$ м;
- паркет з $\lambda=0,23 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ та товщиною $\delta=0,02$ м.

Розрахуємо термічний опір підлоги та порівняємо з нормативним значенням в І температурній зоні за (2.1):

$$R_{\text{п}} = \frac{1}{6} + \frac{0,02}{0,23} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,06}{0,58} + \frac{1}{8,7} = 0,58 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для підлоги за [1]:

$$R_{q\min} = 3,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}; \quad R_{q\min} > R_{\text{п}}.$$

Коефіцієнт термічного опору підлоги не відповідає значенню, яке зазначено в [1], тому необхідно провести утеплення підвалу.

Коефіцієнт теплопередачі підлоги:

$$k_{\text{п}} = \frac{1}{R_{\text{п}}} = \frac{1}{0,58} = 1,72 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Всі розрахунки заносимо до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 –Розрахунок коефіцієнта теплопередачі

Огороджен ня	Шар	$\delta, \text{ м}$	$\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$\alpha_{\text{в}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$\alpha_{\text{з}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$k, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$
Стіна	Керамзит- бетон	0,38	0,41	8,7	23	0,87
	Розчин цементно- піщаний	0,02	0,81			
		0,03				
Підлога	Залізобетонн і плити	0,02	2,04	8,7	6	1,72

	Розчин цементно-піщаний	0,06	0,58			
Дах	Залізобетонні плити	0,22	1,2	8,7	23	0,58
	Керамзитовий утеплювач	0,15	0,11			
	Розчин цементно-піщаний	0,05	0,58			
	Рубероїд	0,01	0,17			
	Бітум	0,01	0,27			
Вікна	Дерев'яні					1,76
Двері	Дерев'яні					1,76

2.5 Розрахунок максимальних теплових витрат

Теплові витрати розраховуються за формулою:

$$Q = F \cdot k(t_b - t_3) \cdot \eta \quad (2.2)$$

де F - площа огороження; k - коефіцієнт теплопередачі; η - коефіцієнт додаткових витрат, не більш 10%;

Приймаємо, що розрахунок внутрішнього повітря $t_b = 22^\circ\text{C}$, розрахунок температури зовнішнього повітря $t_3 = -22^\circ\text{C}$, $t_b - t_3 = 44^\circ\text{C}$.

Коефіцієнт додаткових витрат складаються з таких чинників. Зовнішні стіни і вікна в кутових приміщеннях -5%. На вітер – 5%, розташування на північ, схід -10%, на захід-5%.

Теплові витрати через не утеплену підлогу розраховується за умовними зонам – шириною 2м, паралельним зовнішнім стінам.

Усі розрахунки теплових витрат приведені у таблиці 2.6

Таблиця 2.6 – Розрахунок максимальних теплових витрат

Огороження	Орієнтація огороження	Площа огороження	$k, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$t_b - t_3$	η	$Q, \text{Вт}$
Стіна	Північ	452,2	0,87	44	1,1	19041,2

	Південь	485,54			1	18586,8
	Захід	384,2			1,05	15442,2
	Схід	402,55			1,1	16950,8
Вікно	Північ	158,95	1,76	44	1,1	13540,6
	Південь	125,6			1	9727,12
	Захід	184,86			1,05	15031,3
	Схід	166,5			1,1	14182,9
Дах		1361,1	0,58	44	1	34628
Двері		83,55	1,76	44	1,05	6793,62
Підлога		1794,96	1,72	10	1	30955,2

Тоді, сумарні втрати тепла через огорожуючі конструкції складають:

$$Q_{\Sigma} = 194880 \text{ Вт} = 0,1948 \text{ МВт.}$$

Розрахуємо витрати теплоти на вентиляцію будинку. Так як висота приміщення більше 3,5 м, тоді розрахунок ведемо за формулою :

$$Q_{\text{ВВ}} = 0,337 \cdot V_n \cdot (t_{\text{в}} - t_3), \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{ВВ}} = 0,337 \cdot 8622,5 \cdot (22 + 22) = 127854 \text{ Вт} = 0,13 \text{ МВт.}$$

2.7 Розрахунок середніх теплових витрат

Розрахунок проводиться за формулою (2.2). Приймаємо, що розрахунок внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}$, розрахунок температури зовнішнього повітря $t_3 = -0,1^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{в}} - t_3 = 22,1^{\circ}\text{C}$. Коефіцієнт додаткових витрат складаються з таких чинників. Зовнішні стіни і вікна в кутових приміщеннях -5%. На вітер – 5%, розташування на північ, схід -10%, на захід-5%.

Теплові витрати через не утеплену підлогу розраховується за умовними зонами – шириною 2м, паралельним зовнішнім стінам.

Усі розрахунки теплових витрат приведені у таблиці 2.9

Тоді, сумарні втрати тепла через огорожуючі конструкції складають:

$$Q_{\Sigma} = 113262 \text{ Вт} = 0,1132 \text{ МВт.}$$

Розрахуємо витрати теплоти на вентиляцію будинку. Так як висота приміщення більше 3,5м, тоді розрахунок ведемо за формулою (2.2):

$$Q_{\text{вв}} = 0,337 \cdot 8622,5 \cdot (22 + 0,1) = 64217,8 \text{ Вт} = 0,064 \text{ МВт}$$

Таблиця 2.7 – Розрахунок середніх теплових витрат

Огородження	Орієнтація огороження	Площа огороження	$k, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$t_{\text{в}} - t_{\text{з}}$	n	Q, Вт
Стіна	Північ	452,2	0,87	22,1	1,1	9563,873
	Південь	485,54			1	9335,624
	Захід	384,2			1,05	7756,209
	Схід	402,55			1,1	8513,907
Вікно	Північ	158,95	1,76	22,1	1,1	6801,075
	Південь	125,6			1	4885,668
	Захід	184,86			1,05	7549,818
	Схід	166,5			1,1	7123,695
Дах		1361,1	0,58	22,1	1	17446,6
Двері		83,55	1,76	22,1	1,05	3412,25
Підлога		1794,96	1,72	10	1	30873,3

2.8 Складання теплового балансу

Спочатку знайдемо теплонадходження до приміщення. Теплові надходження $Q_{\text{НАД}}$ в приміщення залежать від його призначення, місця розташування, кількості людей та сумарної потужності працюючого обладнання і визначаються за формулою:

$$Q_{\text{НАД}} = Q_{\text{Л}} + Q_{\text{ЕЛ}} + Q_{\text{ОСВ}} + Q_{\text{ТО}} + Q_{\text{СЛ}} + Q_{\text{П}}, \quad (2.4)$$

де – $Q_{\text{НАД}}$ теплові надходження; $Q_{\text{Л}}$ – теплонадходження від людей; $Q_{\text{ЕЛ}}$ – теплонадходження від електроустаткування і приладів; $Q_{\text{ОСВ}}$ – від

освітлювальних приладів; $Q_{\text{ТО}}$ – від гарячих поверхонь теплообмінних апаратів та трубопроводів; $Q_{\text{сл}}$ – від сонячної радіації крізь скління; $Q_{\text{п}}$ – від сонячної радіації крізь плоскі покрівлі.

2.8.1 Теплонадходження від людей

Це теплота, яка поступає в приміщення у вигляді явної $q_{\text{я}}$ (суха тепловіддача тіла) і прихованої $q_{\text{п}}$ теплоти (випаровуванням з поверхні шкіри і вологою, що видихається разом з повітрям). Для встановлення розрахункового теплового навантаження системи опалення враховується тільки явна теплота, оскільки лише вона підвищує температуру приміщення.

Кількість явних тепловиділень, що припадає на одну людину, залежить від характеру виконуваної роботи і від метеорологічних параметрів навколишнього повітря.

Надходження теплоти від людей визначається за формулою, Вт:

$$Q_{\text{л}} = n \cdot q_{\text{я}}, \quad (2.5)$$

де $q_{\text{я}}$ – питома кількість явної теплоти, що виділяється однією людиною – 99 Вт/люд.;

Так як в дитячому садку кількісно переважають діти, це потрібно врахувати – кількість теплоти і вологи яка виділяється дітьми є рівною 75% теплоти та вологи, яку виділяють чоловіки. Жінки виділяють 85% теплоти та вологи від тієї теплоти що виділяють чоловіки. Загальна кількість дітей у садку – 232 осіб, жінок – 65.

Визначимо загальні теплонадходження від людей за (2.5):

$$Q_{\text{л}} = (232 \cdot 0,75 + 65 \cdot 0,85) \cdot 99 = 22695,75 \text{ Вт}.$$

2.8.2 Теплонадходження від електроустаткування і приладів

Технологічне устаткування (механічне, електричне та ін.) - це джерело теплонадходжень в приміщення. Кількість теплоти, що виділяється від електродвигуна та механічного обладнання, визначають за формулою:

$$Q_{\text{ЕЛ}} = N_{\text{В}} \cdot k_{\text{В}} \cdot k_{\text{О}} \cdot k_{\text{З}} \cdot (1 - \eta + k_{\text{Т}} \cdot \eta), \quad (2.6)$$

де $N_{\text{В}}$ - встановлена потужність, Вт; $k_{\text{В}} = 0,7-0,9$ - коефіцієнт використання встановленої потужності; $k_{\text{О}} = 0,5-1,0$ - коефіцієнт одночасності роботи устаткування; $k_{\text{З}} = 0,5-0,8$ - коефіцієнт середнього завантаження обладнання; $k_{\text{Т}} = 0,1-1,0$ - коефіцієнт переведення механічної енергії в теплову, який враховує, що частина теплоти може бути віддана охолоджуючій емульсії, повітрю або воді та унесена ними з помешкання; $\eta = 0,7$ - ККД механізму.

Добуток $N_{\text{В}} \cdot k_{\text{В}} \cdot k_{\text{О}} \cdot k_{\text{З}}$ у рівнянні відповідає фактичній витраті електроенергії, яка майже повністю перетворюється в теплоту. Величина $(1 - \eta)$ визначає частку теплоти, яка виділяється електродвигуном та електричним обладнанням, а $(k_{\text{Т}} \cdot \eta)$ - частка теплоти, що виділяється механічним обладнанням, яке приводиться в дію електродвигуном.

Тому за приведеною формулою, враховуючи потужність обладнання яке встановленого в садку близьким 71,09 кВт, а також враховуючи всі зазначенні коефіцієнти отримаємо наступний вираз:

$$Q_{\text{ЕЛ}} = 71090 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot (1 - 0,7 + 0,5 \cdot 0,7) = 23289,1 \text{ Вт}.$$

2.8.3 Теплонадходження від освітлювальних приладів

Теплонадходження від освітлювальних приладів визначаються за формулою, Вт:

$$Q_{\text{ОСВ}} = N_{\text{ОСВ}} \cdot k_{\text{ОСВ}} \cdot k_{\text{В.ОСВ}}, \quad (2.7)$$

де $N_{\text{ОСВ}}$ - сумарна потужність освітлювальних приладів, Вт; $k_{\text{ОСВ}}$ - коефіцієнт показує, яка частина електроенергії переходить в теплоту, що нагріває повітря в приміщенні; $k_{\text{В.ОСВ}}$ - коефіцієнт використання світильників.

При підсумовуванні тепловиділень від електроосвітлення слід враховувати, що вони, як правило, не співпадають за часом з тепловиділеннями від сонячної радіації.

Оскільки освітлення в садку здійснюється за рахунок лише люмінісцентних ламп (4,5 кВт) тому надходження від світильних приладів будуть мати наступний вигляд:

$$Q_{\text{осв}} = 4500 \cdot 0,6 \cdot 0,2 = 540 \text{ Вт}.$$

2.8.4 Теплонадходження від сонячної радіації

Теплота від сонячної радіації поступає в приміщення крізь світлові отвори зовнішніх огорож (вікна, ліхтарі) $Q_{\text{сл}}$, а також крізь зовнішні стіни і плоскі покрівлі $Q_{\text{п}}$. Теплонадходження від сонячної радіації крізь стіни незначні і їх можна не враховувати. Найбільше теплоти надходить крізь вікна.

Теплові надходження крізь вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, кВт·год, визначаються за формулою:

$$Q_{\text{сл}} = \xi_{\text{в}} \cdot \varepsilon_{\text{в}} \cdot (F_{\text{пн}} I_{\text{пн}} + F_{\text{сх}} I_{\text{сх}} + F_{\text{пд}} I_{\text{пд}} + F_{\text{з}} I_{\text{з}}), \quad (2.8)$$

де $\xi_{\text{в}}$ – коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу; $I_{\text{пн}}$, $I_{\text{с}}$, $I_{\text{пд}}$, $I_{\text{з}}$ – середня величина сонячної радіації за опалювальний період кВт·год/м²; $\varepsilon_{\text{в}}$ – коефіцієнти відносного проникнення сонячної радіації; $F_{\text{пн}}$, $F_{\text{сх}}$, $F_{\text{пд}}$, $F_{\text{з}}$ – площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу, м².

Загальна площа вікон в садку становить 635,9 м². Широта розташування міста Київ 52° пн. ш.. Відповідно надходження будуть рівні:

$$Q_{\text{сл}} = 0,75 \cdot 0,65 \cdot (158,9 \cdot 76 + 166,5 \cdot 162,5 + 125,6 \cdot 145 + 184,8 \cdot 162,5) = 42,6 \text{ кВт}.$$

Знаючи всі теплонадходження, зведемо їх в таблицю 2.8 та знайдемо повні теплонадходження в садок.

Таблиця 2.8 – Теплонадходження в будівлі

Теплонадходження	Потужність, Вт
Від людей	22695,75

Від електроустановок	71090
Від освітлення	540
Від сонячної радіації	42595,14
Загалом:	136920,89

Відобразимо теплонадходження у вигляді балансу на діаграмі 2.8 .

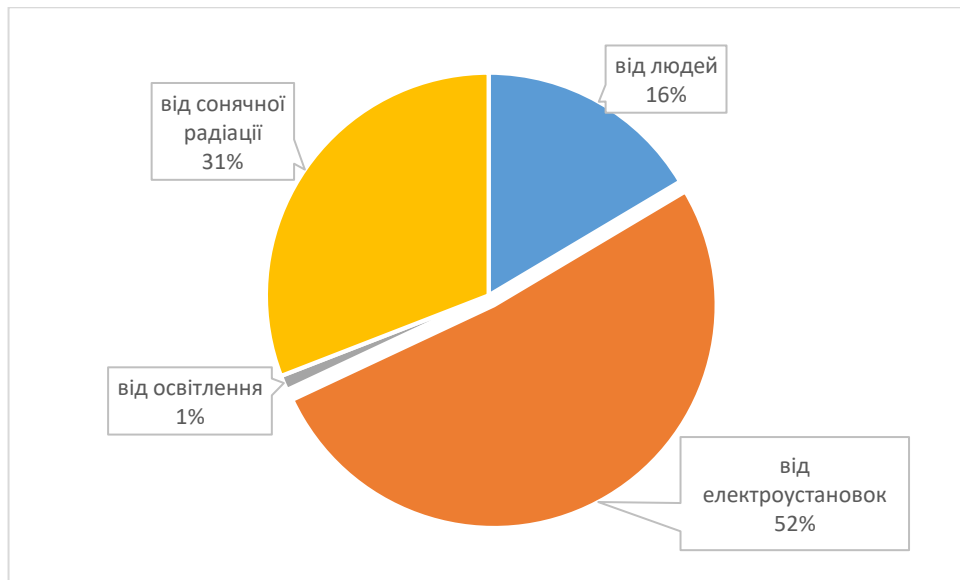


Рисунок 2.6 - Баланс теплонадходжень до ДНЗ №654.

2.9 Опис схеми електропостачання

Електропостачання споживачів ДНЗ здійснюється із застосуванням радіальних і магістральних схем електричних мереж. Зовнішнє електропостачання здійснюється за рівнем напруги 0,38 кВ від ТП – 4051.

Розподіл електроенергії здійснюється кабельними лініями до 1 кВ марок ВВГнг та АВВГ.

2.10 Аналіз електроспоживачів об'єкту

Час роботи споживачів коливається від 5 до 168 годин на тиждень, в залежності від виду споживаючого обладнання. Додаткові дані по споживачам електричної енергії зведені до таблиці 3.1. Всі споживачі живляться від трифазної мережі з частотою 50 Гц напругою 0,38 кВ.

Також проектом передбачається загальне робоче та аварійне освітлення напругою 0,22 кВ . В таблиці 3.2 зображена кількість, тип та потужність освітлювальних приладів.

Таблиця 2.9 – Основне впливове електрообладнання

Основні ЕП	К-сть, шт	Потужн. одиниці (кВт)	Загальн. потужн. (кВт)	Питом а потужн .	Період роботи (год/тижд .)	Коментарі
Плита електр. ПЕ-4	1	12	12	4,91	40	4 конфорки по 3 кВт
Плита електр. ПЕ-4Ш	1	16	16	6,55	40	4 конфорки по 3 кВт, та жарочна шафа на 4 кВт
Плита електр. ПЕ-4ШБ	1	16,8	16,8	6,87	40	4 конфорки по 3 кВт, та жарочна шафа на 4,8 кВт
Сковорода електрична	1	4,8	4,8	1,96	10	
Пральна машина Ardo	3	2,5	7,5	3,07	20	
Морозильна камера	1	0,04	0,04	0,016	168	
Холодильник побутовий Памір	2	0,2	0,4	0,16	168	
Холодильник побутовий Норд	3	0,04	0,12	0,049	168	
М'ясорубка МІМ-300	1	2,2	2,2	0,9	7,5	
Протірно-різальна машина	1	0,8	0,8	0,32	10	

Бойлер	1	2	2	0,81	15	
Загалом			63,41	25,4		

Таблиця 2.10 – Освітлювальні прилади

Освітлювальні прилади	К-ть, шт.	Потужн. одиниці, кВт	Загальн. потужн., кВт	Питома потужність	Період роботи, год/тижд.	Коментарі
Люмінесцентні лампи	250	18	4,5	0,6	35	
ДРЛ-400	12	400	4,8	0,7	35	
Загалом			9,3	1,3		

Також, частину електроенергії споживає насосне обладнання та приводи на вентиляційні установки. Дане обладнання зведене в таблиці 2.10.

Таблиця 2.11 – Інше впливове електричне обладнання

Вентилятори/Насоси	К-ть, шт.	Потужн. одиниці, кВт	Загальн. потужн., кВт	Питома потужність	Період роботи, год/тижд.	Коментарі
Вентилятор витяжний, (кухня)	1	2,2	2,2	0,9	30	
Насоси, опалення (циркул.) Grundfos UPSD 32-60/F	1	0,9	0,9	0,4	168	
Насоси, ГВП (рецирк.) Grundfos UPS 25-60/180	1	0,7	0,7	0,3	168	
Загалом			3,8	1,6		

2.12 Повірочний розрахунок навантажень об'єкту

2.12.1 Визначення розрахункових електричних навантажень силових електроприймачів

Розрахунок навантаження дитячого садка здійснюється методом розрахункових коефіцієнтів [2]. Вихідними даними є номінальна потужність окремих ЕП і їх кількість, що приведені в таблицях 2.11-2.13.

Розрахуємо електричні навантаження силових електроприймачів напругою 0,22 кВ. Розрахунок покажемо на прикладі розрахунку вентилятора витяжного. Розрахунок інших ЕП зведемо у таблицю 2.11.

Алгоритм проведення розрахунків:

Сумарна потужність:

$$\sum P = P_n \cdot n, \quad (2.8)$$

$$\sum P = 2,2 \cdot 1 = 2,2 \text{ кВт}.$$

Коефіцієнт реактивної потужності $\operatorname{tg}\varphi = 0,75$, який ми знайшли за відомого коефіцієнта потужності $\cos\varphi = 0,8$.

Проміжну потужність визначаємо за допомогою коефіцієнта використання K_v :

$$P_{\Pi} = \sum P \cdot k_v, \quad (2.9)$$

$$P_{\Pi} = 2,2 \cdot 0,2 = 0,44 \text{ кВт},$$

де k_v - коефіцієнт використання.

Проміжна реактивна потужність:

$$Q_{\Pi} = P_{\Pi} \cdot \operatorname{tg}\varphi, \quad (2.10)$$

$$Q_{\Pi} = 0,44 \cdot 0,75 = 0,33 \text{ квар}.$$

Груповий коефіцієнт використання:

$$K_B = \frac{\sum P_{\Pi}}{\sum P_{H\Sigma}} = \frac{0,596}{2,46} = 0,242.$$

Розрахункова ефективна кількість ЕП для цеху ($n_{p.e.}$).

Існують дві умови:

$$\text{Якщо } \sum n < 10, \text{ то } n_{p.e.} = \frac{(\sum P_{H\Sigma})^2}{\sum (P_{Hi})^2}, \text{ якщо } \sum n > 10, \text{ тому } n_{p.e.} = \frac{2 \cdot \sum P_{H\Sigma}}{P_{\max}}.$$

В даному випадку $\sum n < 10$, тому розрахунок будемо проводити за формулою:

$$n_{p.e.} = \frac{(\sum P_{H\Sigma})^2}{\sum (P_{Hi})^2}, \quad (2.11)$$

$$n_{p.e.} = \frac{3,8^2}{2,2^2 + 0,19^2 + 0,07^2} = 1,24.$$

Ефективна кількість ЕП для цеху.

Існує декілька умов:

$$\text{Якщо } \frac{P_{i\max}}{P_{i\min}} < 3, \text{ то вважають, що } n_e = \sum n, \text{ якщо } \frac{P_{i\max}}{P_{i\min}} > 3, \text{ то існують}$$

наступні умови:

- якщо $n_{p.e.} < \sum n$, то $n_e = n_{p.e.}$ з округленням в меншу сторону;
- якщо $n_{p.e.} > \sum n$, то $n_e = \sum n$,

де P_{\max} та P_{\min} – номінальні максимальна та мінімальна потужності ЕП.

$$\text{В даному випадку, } \frac{P_{i\max}}{P_{i\min}} = \frac{2,2}{0,07} = 31,4 \geq 3, \text{ тому } n_e = n_{p.e.} = 2.$$

Приймаємо ефективне число електроприймачів рівним 1 шт.

Визначають коефіцієнт розрахункового навантаження в функції від групового коефіцієнту використання і ефективного числа ЕП. Коефіцієнт K_p

1	Плита електрична 1	12	12	0,24	0,98	0,2	2,88	0,58	1					
2	Плита електрична 2	16	16	0,24	0,98	0,2	3,84	0,77	1					
3	Плита електрична 3	16,8	16,8	0,24	0,98	0,2	4,03	0,81	1					
4	Сковорода електрична	4,8	4,8	0,2	0,92	0,4 2	0,96	0,4	1					
5	Пральна машина	2,5	7,5	0,7	0,8	0,7 5	5,25	3,94	3					
6	Холодильник побутовий Норд	0,04	0,12	1	0,8	0,7 5	0,12	0,09	3					
7	Холодильник Памір	0,2	0,4	1	0,8	0,7 5	0,4	0,3	2					
8	Морозильна камера	0,04	0,04	1	0,8	0,7 5	0,04	0,03	1					
9	М'ясорубка	2,2	2,2	0,5	0,75	0,8 8	1,1	0,97	1					
10	Протірно- різальна машина	0,8	0,8	0,25	0,5	1,7 3	0,2	0,34	1					
11	Картоплечистка	0,75	0,75	0,75	0,5	1,7 3	0,56	0,97	1					
12	Бойлер	2	2	0,6	0,8	0,7 5	1,2	0,9	1					
Σ Ввід 1		58,1	63,4	0,307			19,4	8,95	1 7	7	1,2 5	24, 3	8,95	25, 89
<u>Ввід 2</u>														
1	Вентилятор витяжний	2,2	2,2	0,2	0,8	0,7 5	0,44	0,33	1					
2	Насос опалення	0,19	0,19	0,6	0,85	0,6 2	0,11	0,07	1					

3	Насос ГВП	0,07	0,07	0,6	0,85	0,6 2	0,042	0,026	1					
Σ Ввід 2		3,8	3,8	0,36			1,4	0,427	3	2	4	2,3 8	0,47	2,4 3
<u>Ввід 3</u>														
1	Комп'ютер	0,8	2,4	1	0,7	1,0 2	2,4	2,45	3					
2	Принтер	0,6	0,6	1	0,7	1,0 2	0,6	0,612	1					
3	Ноутбук	0,48	0,48	1	0,7	1,0 2	0,48	0,49	1					
4	Кондиціонер	2	2	0,25	0,8	0,7 5	0,5	0,375						
Σ Ввід 3		12,9	24,9	0,52			12,9	13,158	6	2	1,1 4	4,5 4	3,92	6
Σ												31, 22	13,3 4	33, 95

2.12.2 Розрахунок освітлювального навантаження

Внутрішнє освітлення в садку виконано з використанням ртутних ламп низького тиску (люмінесцентних). Зовнішнє – ртутних ламп високого тиску (ДРЛ). Загальна інформація приведена в таблиці 3.2. Проведемо розрахунок сумарного навантаження для садка.

Проведемо розрахунок для внутрішнього освітлення.

Визначаємо активну потужність освітлювального навантаження при коефіцієнті попиту $K_{\Pi} = 0,95$:

$$P_{\text{осв}} = \frac{n \cdot P_{\text{л}}}{1000} \cdot K_{\Pi}, \quad (2.15)$$

де $P_{\text{л}}$ – номінальна потужність люмінесцентних ламп, Вт.

$$P_{\text{в.осв}} = \frac{250 \cdot 18}{1000} \cdot 0,95 = 4,27 \text{ кВт.}$$

Визначимо реактивну потужність, при $\text{tg}\varphi=0,75$:

$$Q_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \cdot \text{tg}\varphi, \quad (2.16)$$

$$Q_{\text{в.осв}} = 4,27 \cdot 0,75 = 3,2 \text{ квар.}$$

Проведемо аналогічний розрахунок для зовнішнього освітлення.

Активна потужність освітлювального навантаження за (2.14):

$$P_{\text{з.осв}} = \frac{12 \cdot 400}{1000} \cdot 0,95 = 4,41 \text{ кВт.}$$

Визначимо реактивну потужність, при $\text{tg}\varphi=0,62$ за (2.16):

$$Q_{\text{з.осв}} = 4,416 \cdot 0,62 = 2,73 \text{ квар.}$$

Сумарне навантаження складає:

$$\sum P_p = 8,68 \text{ кВт,}$$

$$\sum Q_p = 5,93 \text{ квар.}$$

Тоді повне освітлювальне навантаження за формулою (2.14):

$$S_p = \sqrt{8,68^2 + 5,93^2} = 10,51 \text{ кВ} \cdot \text{А.}$$

2.12.3 Розрахунок сумарного електричного навантаження

Для розрахунку сумарного розрахункового навантаження по всьому дитячому садку використаємо дані методу розрахункових коефіцієнтів.

Визначимо сумарне активне та реактивне навантаження по всьому об'єкту:

$$P_p = P_{\text{р.с}} + P_{\text{осв}}, \quad (2.17)$$

$$Q_p = Q_{\text{р.с}} + Q_{\text{осв}}, \quad (2.18)$$

Тоді за формулами (3.17) та (3.18) маємо:

$$P_p = 31,22 + 8,68 = 39,9 \text{ кВт},$$

$$Q_p = 13,34 + 5,93 = 19,27 \text{ квар}.$$

Визначимо сумарне повне навантаження по всьому дитячому садку за формулою (2.14) :

$$S_p = \sqrt{39,9^2 + 19,27^2} = 44,3 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

2.13 Електричне освітлення, повірочний розрахунок

Розрахунок освітлення проведемо для групової кімнати, яка має розміри 6 x 9 м та має два ряди світильників. В кожному ряду знаходиться по 6 світильників, в кожному з яких по 2 люмінесцентні лампи потужністю 18 Вт.

В груповій кімнаті, де діти займаються різними видами діяльності, згідно [4] освітлення має бути на рівні 400 люкс.

Характеристики лампи:

- потужність лампи $P = 18 \text{ Вт}$;
- світловий потік $\Phi = 1350 \text{ лм}$;
- коефіцієнт потужності $\cos\phi = 0,55$;
- термін служби $T_p = 12000 \text{ год}$.

Так як в приміщенні знаходиться 12 світильників, то загальна кількість ламп становить 24. Розрахунок проводимо за точковим методом. Світловий потік світильника – $\Phi = 2700 \text{ лм}$.

Проведемо розрахунок освітленості на робочій поверхні в розрахунковій точці А.

Схема розміщення світильників приведена на рисунку 2.7.

Питомий світловий потік з одного метру світлової лінії, лм/м:

$$F' = \frac{1000 \cdot E_{\min} \cdot K_3 \cdot h}{\mu \cdot \sum_{i=1}^m \varepsilon_i}, \quad (2.19)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, приймається рівним 1,1...1,5; ε – відносна освітленість, обчислена для розрахункової висоти 1 м і густини потоку лампи в ряду світильників 1000 лм – визначається за кривими відносних ізолюкс; μ – коефіцієнт додаткової освітленості, що враховує дію віддалених світильників $\mu=1,1...1,2$.

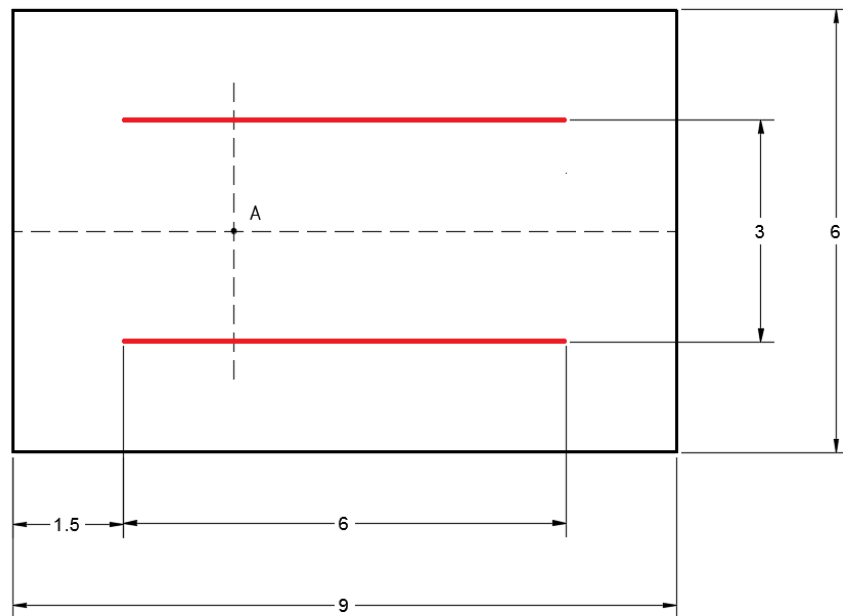


Рисунок 2.7 – Схема розміщення світильників

Висота світильників над робочою поверхнею:

$$h = H - h_p = 3 - 0,6 = 2,4 \text{ м},$$

де h_p – висота робочої поверхні, взята згідно з [5].

Для люмінесцентних джерел користуються кривими відносних ізолюкс (рис. 3.2), де по осям відкладаються відносна довжина світлової лінії та відносна відстань від проекції осі лінії до точки, що розглядається (p').

Розраховуємо значення відносних розмірів, м:

$$L'_1 = \frac{1,5}{2,4} = 0,625, \quad p'_1 = \frac{1,5}{2,4} = 0,625;$$

$$L'_2 = \frac{6-1,5}{2,4} = 1,875, \quad p'_2 = \frac{1,5}{2,4} = 0,625;$$

$$L'_3 = \frac{1,5}{2,4} = 0,625, \quad p'_3 = \frac{1,5}{2,4} = 0,625;$$

$$L'_4 = \frac{6-1,5}{2,4} = 1,875, \quad p'_4 = \frac{1,5}{2,4} = 0,625.$$

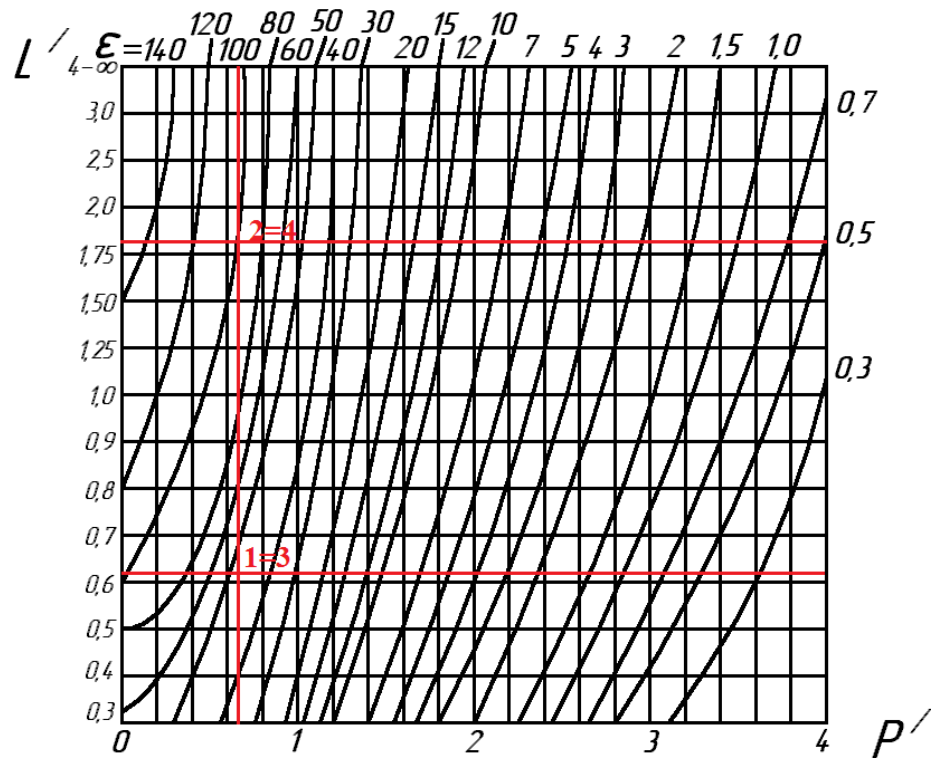


Рисунок 2.8 – Криві відносних ізолюкс світильників

Знаходимо значення ε (рис. 2.8) для люмінесцентних ламп, як функцію відносних розмірів p' та L' : $\varepsilon_1=50, \varepsilon_2=100, \varepsilon_3=50, \varepsilon_4=100$.

Визначаємо питомий світловий потік за (3.12):

$$F' = \frac{1000 \cdot 400 \cdot 1,1 \cdot 2,4}{1,1 \cdot (50 + 100 + 50 + 100)} = 2933,33 \text{ лм.}$$

Визначаємо необхідний світловий потік світильників у кожній лінії за формулою, лм:

$$\Phi = F' \cdot L, \quad (2.20)$$

де L – довжина світлової лінії, $L = 6$ м.

$$\Phi = 2933,33 \cdot 6 = 17599,98 \text{ лм.}$$

Так як кількість ламп у світильнику 2 шт та кількість світильників у одній світловій лінії 6 шт світловий потік однієї лампи повинен складати:

$$\Phi = \frac{17599,98}{6 \cdot 2} = 1466 \text{ лм.}$$

Фактичний світловий потік лампи має знаходитись в межах 0,9 до 1,2 від нормативного. Маємо:

$$1319,4 < 1350 < 1759,2.$$

Бачимо, що наявна система освітлення задовольняє нормативним вимогам.

2.14 Аналіз вибраного електрообладнання та мереж

Так як навантаження однофазне (освітлення), а для виконання умов симетричності навантаження по фазам садок живиться від трифазної лінії, максимальний струм в кожній фазі буде складати:

$$I_{\max} = \frac{S_p}{3 \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi}, \quad (2.21)$$

де S_p - розрахункова повна потужність на вводі будівлі; U_{ϕ} - фазна напруга; $\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності .

$$I_{\max} = \frac{19110}{3 \cdot 220 \cdot 0,95} = 30,47 \text{ А.}$$

Згідно схеми щити освітлення живляться кабелем ВВГнг 3×25. Перевіримо відповідність перерізу лінії максимальному токовому навантаженню і допустимим втратам напруги.

Умова допустимості вибраного перерізу:

$$I_{\max} \leq 1,3 \cdot I_{\text{доп}},$$

де $I_{\text{доп}}$ – допустимий згідно стандартів струм для жили даного перерізу, в даному випадку – 29 А.

$$25,28 \leq 1,3 \cdot 29,$$

$$25,28 < 37,7.$$

Умова виконується.

Допустимі втрати напруги складають 5%. Втрати в однофазній мережі, нуль-фаза:

$$\Delta U [\%] = \frac{I_{\max} \cdot 100 \cdot \rho \cdot L}{U_{\phi}}, \quad (2.22)$$

де I_{\max} - максимальний розрахунковий струм; ρ - питомий електричний опір міді, 0,524 Ом/(км); L - довжина лінії 0,145 км; U_{ϕ} - фазна напруга, В.

$$\Delta U [\%] = \frac{30,47 \cdot 100 \cdot 0,524 \cdot 0,145}{220} = 1,052\%.$$

Умова виконується.

2.15 Графік добового споживання активної енергії

Добовий графік споживання (рис 2.9) побудований на даних весняного періоду.

Дитячий садок працює з 07:00 до 19:00, в інший час в садку працює охоронець. Основне споживання електроенергії припадає на період з 08:00 – 15:00. Це можна пояснити тим, що в цей період працюють електроплити, пральні машини та інші великі побутові прибори, на які і припадає основне електроспоживання. В інший час споживання рівномірне та майже однакове.

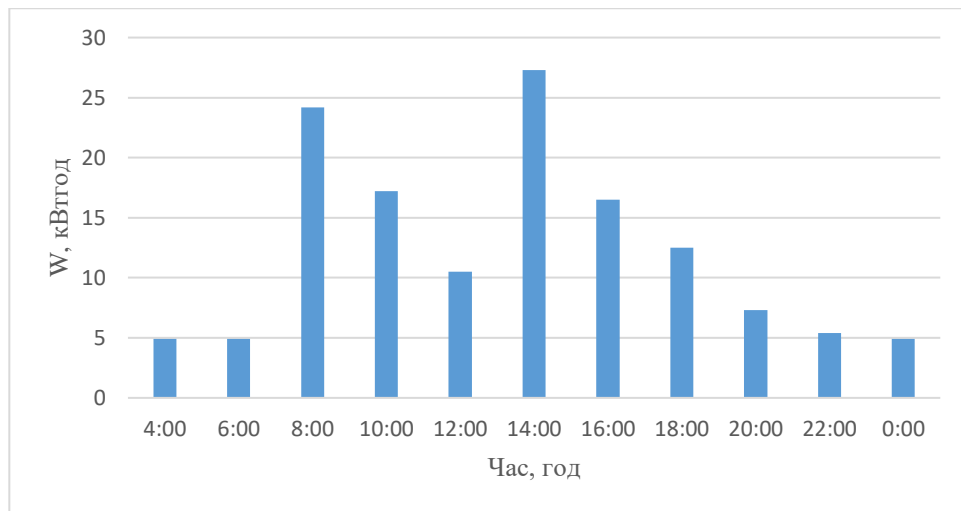


Рисунок 2.9 – Добове споживання електричної енергії

2.16 Баланс споживання

2.16.1 Баланс споживання електроенергії за 2018 рік

Складемо баланс споживання енергії електроспоживачами ДНЗ за 2018 рік.

Споживання електричної енергії відповідної одиниці обладнання розраховується за формулою:

$$W_i = P_{\text{вст } i} \cdot n \cdot k_{\text{в } i} \cdot T_{\text{роб } i}, \quad (2.23)$$

де $P_{\text{вст } i}$ - встановлена потужність одиниці відповідного обладнання, кВт, яка береться із паспортних даних обладнання; n - кількість одиниць обладнання, шт; $k_{\text{в } i}$ - коефіцієнт використання встановленої потужності, було вибрано із [6]; $T_{\text{роб } i}$ - тривалість роботи відповідного обладнання за рік.

Визначимо загальне електроспоживання W , на прикладі електричної плити, використовуючи формулу (2.23):

$$W_{\text{пл}} = 15 \cdot 1 \cdot 0,25 \cdot 2080 = 7800 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Споживання електричної енергії розраховано згідно з [4].

Використовуючи формулу (2.23), аналогічно розраховуємо споживання електричної енергії для кожного електричного споживача за 2016 рік. Результат наведено в таблиці 2.14.

Кількість годин роботи обиралася з середньостатистичних даних роботи обладнання в районному відділі освіти.

Загальний річний обсяг споживання електроенергії в дитячому садку становить: 56,2 тис. кВт·год/рік. Фактичні обсяги електроспоживання становлять близько 56,3 тис. кВт·год/рік.

Порівнюючи результати розрахунку з фактичними значеннями, бачимо що присутня похибка. Це можна пояснити, що в садку присутні споживачі, які не вказані в розрахунках через непостійність роботи. Такими споживачами є ті, що підключаються до розеток в разі необхідності, та облік часу роботи яких не ведеться. Ще одним аспектом є непостійність роботи, так як садок виконує свою функцію в залежності від дня року, тобто час роботи споживачів електричної енергії може змінюватись.

Таблиця 2.13 – Корисне споживання електричної енергії за 2018 р.

№п/п	Найменування	Встановлена потужність одиниці обладнання Р _н	Кількість одиниць обладнання п. шт	Загальна встановлена потужність обладнання	Тривалість роботи за рік Т _{роб.} год	Коефіцієнт використання	Загальне електроспоживання, W, кВт.год
Кухня							
1	Плита електрична 1	12	1	12	2080	0,25	6240
2	Плита електрична 2	16	1	16	2080	0,25	8320
3	Плита електрична 3	16,8	1	16,8	2080	0,25	8736
4	Сковорода електрична	4,8	1	4,8	520	0,3	748,8

1	Бойлер	2	1	2	780	0,5	780
2	Кондиціонер	2	1	2	1095	0,6	1314
Загалом							2094
Σ				80,65			56228,4

Проаналізуємо розрахунки за допомогою діаграми на рисунку 2.10.

З структурного енергобалансу видно, що найбільше електроенергії споживається на потреби кухні, на неї припадає 52% від усієї спожитої електроенергії. Значна частина електроенергії витрачається на освітлення та роботу пральних машин. При впровадженні заходів з енергозбереження потрібно приділити увагу саме цим споживачам.

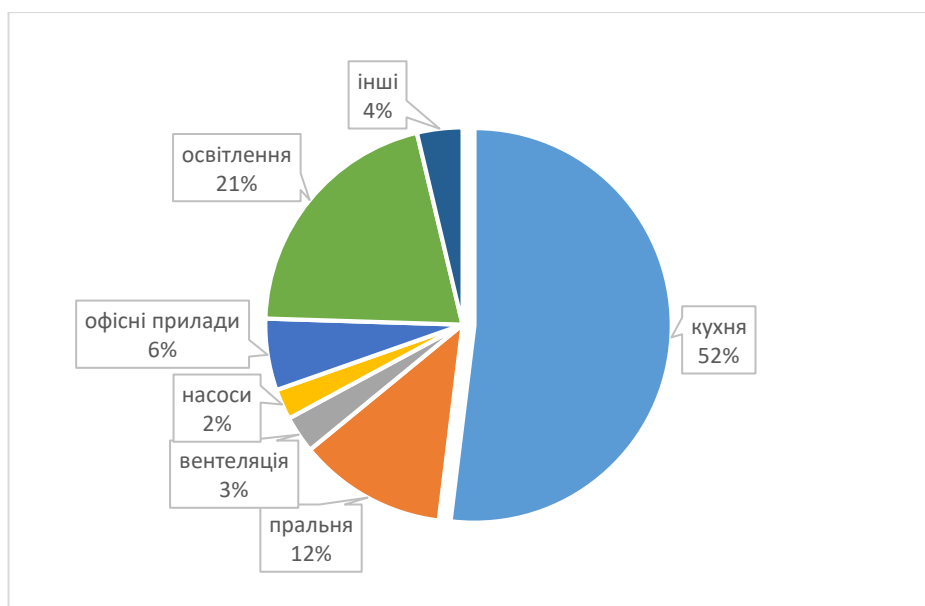


Рисунок 2.10 – Структура корисного електроспоживання ДНЗ №654

2.17 Розрахунок втрат електроенергії в трансформаторі

Знайдемо втрати електроенергії в трансформаторі типу ТМ-400 для якого:

$$S_H = 400 \text{ кВ}\cdot\text{А};$$

$$\Delta P_{HX} = 0,55 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_{K3} = 3,7 \text{ кВт};$$

$$I_{xx}=1,5\%;$$

$$I_{kз}=6\%.$$

Втрати в трансформаторі визначаються за формулою:

$$\Delta W_{тр} = \Delta P_{xx} \cdot T + k_3^2 \cdot \Delta P_{кз} \cdot \tau, \quad (2.23)$$

де ΔP_{xx} – потужність холостого ходу трансформатора; $\Delta P_{кз}$ – потужність КЗ трансформатора; T – повна тривалість роботи трансформатора; τ – час роботи трансформатора з навантаженням в рік; k_3 – коефіцієнт завантаження трансформатора.

Коефіцієнт завантаження визначається за формулою:

$$\Delta k_3 = \frac{S_{\phi}}{S_H}, \quad (2.24)$$

де S_{ϕ} – фактична потужність трансформатора, кВ·А; S_H – номінальна потужність трансформатора, кВ·А.

Фактична потужність трансформатора визначається за формулою, кВ·А:

$$S_{\phi} = \sqrt{P_{\phi}^2 + Q_{\phi}^2}, \quad (2.25)$$

де P_{ϕ} – фактична активна потужність, Q_{ϕ} – фактична реактивна потужність.

Фактична активна потужність визначається за формулою, кВт/год:

$$P_{\phi} = \frac{WP_{\phi}}{T_p}, \quad (2.26)$$

де WP_{ϕ} – спожита активна електрична енергія; T_p – розрахунковий період.

$$P_{\phi} = \frac{56316,2}{8760} = 6,42 \frac{\text{кВт}}{\text{год}}.$$

Реактивна фактична потужність визначається, кВт/год:

$$Q_{\phi} = \frac{WP_{\phi} \cdot 0,6}{T_p}, \quad (2.27)$$

$$Q_{\phi} = \frac{56316,2 \cdot 0,6}{8760} = 3,85 \frac{\text{кВт}}{\text{год}}.$$

Отже, фактична потужність трансформатора за (2.25):

$$S_{\phi} = \sqrt{6,42^2 + 3,85^2} = 7,48 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Тоді коефіцієнт завантаження за (2.24) та частка втрат в трансформаторі, що приходить на дитячий садок за (2.23) складатимуть:

$$\Delta k_3 = \frac{7,48}{400} = 0,019,$$

$$\Delta W_{\text{тр}} = 0,95 \cdot 8760 \cdot 0,019 + 0,019^2 \cdot 6,5 \cdot 7200 = 175,01 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

2.18 Вимірювання та облік споживання енергії

Загальна витрата електроенергії визначається в місці комерційного обліку – електрощитовій. Електрощитова в дитячому садку знаходиться в окремому приміщенні, в підвалі, яке зачиняється на ключ. Вона складається з 2 лічильників. В свою чергу один з лічильників веде облік силових споживачів електроенергії на кухні, а інший по решті будівлі.

Тип: СА4У – И672М № 004779; коеф. перерахунку 100/5;

Тип: СА4У – И672М № 221403; коеф. перерахунку 100/5.

Аналіз наданих даних показує, що:

- комерційний облік реалізований із застосуванням застарілого лічильника з класом точності 2,0;
- лічильник комерційного обліку повірений, терміни повірки відповідають встановленому міжповірочному інтервалу;
- облік здійснюється лише по активній енергії, облік реактивної енергії не здійснюється;

Встановлення геліосистеми	11 років 3 місяці	—	122484
Заміна ламп ДРЛ-400 на світлодіодні	3 роки 4 місяців	5150	12154
Заміна електричних плит	4 роки	2600	6136
Заміна побутових холодильників	6 років	2915,59	6880,78
Встановлення датчиків руху	2 роки 5 місяців	1126,75	2659,15
Заміна пральних машин	2 роки 3 місяців	4992	11781,12
Річна економія після впровадження всіх заходів, грн	695392		

В даному розділі було обстежено поточний стан огорожуючих конструкцій, визначено місця найбільших втрат тепла, і у відповідності з цим, розроблено заходи з енергозбереження, а саме:

- утеплення зовнішніх стін;
- заміна дерев'яних вікон на металопластикові;
- утеплення даху;
- утеплення підлоги;
- встановлення геліосистеми.

Також в даному розділі було обстежено поточний стан силових споживачів, визначено найенергоємніші із них, у відповідності з цим, розроблено заходи з енергозбереження, а саме:

- модернізація системи зовнішнього освітлення;
- заміна електричних плит;
- заміна застарілих холодильників;
- встановлення датчиків руху;
- заміна пральних машин.

3 ТИПОВА ПРОГРАМА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

3.1 Загальні відомості

3.1.1 Об'єкти дослідження

Для розроблення та аналізу типової програми заходів з енергозбереження було проведено оцінку та систематизацію заходів з енергозбереження запропонованих студентами 4-го курсу ІЕЕ в ході проведення енергоаудиту для виконання бакалаврського диплому. Всього було проаналізовано 6 навчальних закладів (3 школи та 3 дитсадки), а саме:

1) Дошкільний навчальний заклад №654, що знаходиться в місті Києві, Україна, за адресою: вул. Виборзька 51/53. Дитячий садочок № 654 був збудований у 1987 році. Розрахункова площа будівлі складає 2195,4 м², площа опалювальних приміщень – 2612,9 м², опалювальний об'єм – 8622,5 м³.

Робочий день персоналу закладу з 7.00 до 19.00

Загальна кількість робочого персоналу складає 65 особи. Дітей перебуваючих у закладі – 232.



Рисунок 3.1 ДНЗ №654

2) Спеціалізована школа №64 за адресою м. Київ, Солом'янський район, вул. Ушинського, 32. За даними архівних документів, спеціалізована школа № 64 була відкрита 1 вересня 1973 року. Робочий день персоналу закладу з 7.00 до 19.00

Загальна кількість робочого персоналу складає 790 особи. Дітей перебуваючих у закладі – 77.



Рисунок 3.2 Спеціалізовна школа №64

3) Гімназія №178 загальноосвітній навчальний заклад I-III ступенів. Гімназія знаходиться у м. Київ за адресою пр. Повітрофлотський, 22. Навчальний заклад заснований у 1963 році. На даний момент навчається 987 учнів, працює 127 вчителів.



Рисунок 3.3 Гімназія №178

4) Спеціалізована школа №7 ім. Максима Рильського знаходиться за адресою провулок Платонівський 3, м. Київ. Школу засновано і введено в експлуатацію в 1911 році, а в 1973 році було добудовано ще одну будівлю. В школі працює 70 осіб, в тому числі обслуговуючий персонал та навчається 680 учнів.



Рисунок 3.4 Спеціалізована школа №7 ім. Максима Рильського

5) Дошкільний навчальний заклад № 692, знаходиться за адресою: вулиця Златопільська 3А, Солом'янського району, м. Київ. Дитячий садок був заснований в 1978 році. В дошкільному навчальному закладі навчається 136 дітей. Режим роботи ДНЗ триває з 7.00 до 19.00.



Рисунок 3.5 Дошкільний навчальний заклад № 692

б) Дошкільний навчальний заклад №480 «Палітра» призначений для виховання та перебування дітей дошкільного віку, знаходиться за адресою вулиця Метробудівська, 3А м. Київ. Кількість працюючих – 34 людини, кількість учнів – 220 дітей.

Заклад був відкритий у 1995 році.



Рисунок 3.6 ДНЗ №480

Усі заклади освіти, взяті до аналізу, були введені в експлуатцію до 2000-х років. Це є важливою характеристикою для доцільності дослідження, адже більше 50% працюючих закладів освіти [8] були збудовані до 2000-х років і саме вони маю пріоритет для проведення енергетичного аудиту.

Кількість людей в приміщенні варіюється від 150 до 1114, це дає нам можливість дослідження типовості заходів в залежності від кількості людей, адже за методиками розрахунку теплонадходження від людей та споживання води на пряму залежить від кількості. В ході дослідження буде розглянуто можливу залежність кількості людей до середньої економії від впроваджених заходів.

3.1.2 Заходи з енергозбереження

В ході впровадження системи енергетичного менеджменту на закладах освіти, енергоменджерами було запроновано ряд заходів з енергозбереження.

Всього в ході аналізу було досліджено 48 заходів з них 21 унікальні, з яких 19 по вдосконаленню електричної частини об'єктів, 20 – теплотехнічної, також окремо було виділено заходи з використанням відновлювальних джерел енергії.

Зведемо кількість заходів у таблицю 3.1 та зобразимо на рисунку 3.7.

Таблиця 3.1 Розподіл заходів запропонованих для об'єктів

Заходи	Кількість
Електрична частина	19
Теплотехнічна частина	20
Відновлювальні джерела енергії	9
Загальна	48

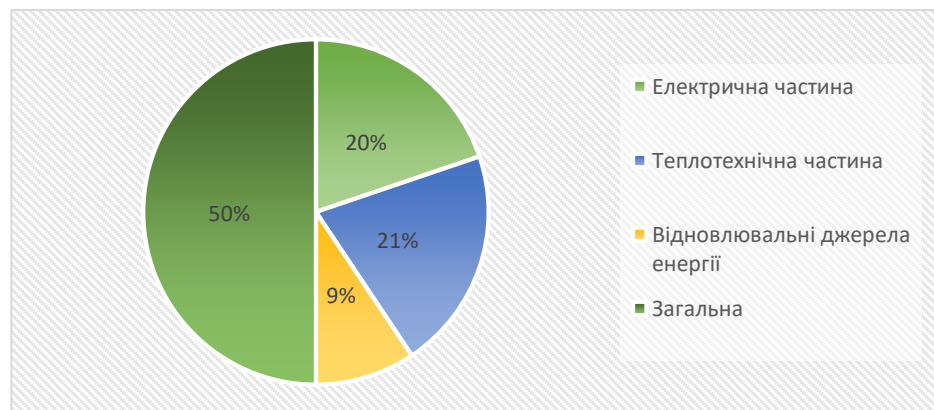


Рисунок 3.7 Діаграма розподілу заходів з енергозбереження

Також було зібрані дані по показникам з впровадження заходів з енергозбереження та сформована таблиця 3.2

Таблиця 3.2 Характеристика запропонованих заходів з енергозбереження

Захід	Кількість	Середнє капіталовкладення, грн	Середня економія енергії, кВт*год/рік (Гкал/рік)	Середня економія, грн/рік	Середній термін окупності, роки	Середнє впровадження
Заміна системи освітлення на більш ефективне	5,00	76143,00	11612,45	23511,37	3,59	0,21
Встановлення датчиків руху	4,00	8529,50	3806,48	8162,80	4,13	0,09

Заміна кухонних ел. плит та жарової шафи	6,00	25111,13	4621,62	12431,05	4,46	0,30
Накриття басейну термозберігаючою плівкою	1,00	33800,00	9827,00	23093,00	1,50	0,04
Встановлення фотогальванічної станції	4,00	771550,11	66085,93	23538,52	24,89	0,40
Утеплення зовнішніх стін	5,00	881931,26	(139,20)	200826,42	5,19	0,97
Утеплення даху	3,00	758395,75	(120,82)	153369,93	4,12	0,55
Утеплення трубопроводів у підвальному приміщенні	1,00	11599,00	(24,68)	34117,81	0,34	0,08
Теплоізоляція фланцевих з'єднань	2,00	2768,80	(8,75)	12465,34	0,28	0,20
Модернізація тепlopункту	1,00	233316,00	(74,04)	102353,43	2,30	0,40
Встановлення терморегуляторів	2,00	47182,75	(45,93)	65555,01	0,73	0,31
Заміна побутових холодильників	1,00	42805,00	2915,59	6880,78	6,00	0,04
Заміна побутових пральних машин	1,00	28150,00	4992,00	11781,12	2,30	0,17
Заміна посудомийної машини	1,00	13760,00	864,00	1451,52	9,50	0,02
Заміна вікон	3,00	338728,00	(28,02)	42615,14	8,57	1,08
Утеплення підлоги	2,00	424041,33	(109,18)	138519,90	3,05	0,71
Встановлення геліосистеми	2,00	802264,75	(14,63)	71607,97	11,18	0,40
Улаштування припливно-витяжної системи вентиляції з рекуперацією тепла	1,00	158797,50	(26,67)	30735,00	5,17	1,30

Упорядкування устаткування водопостачання	1,00	5200,00	0,00	3751,90	1,40	0,08
Промивка системи опалення	1,00	100000,00	(50,03)	83000,00	1,20	0,40
Встановлення теплового насосу	1,00	729634,00	(84,73)	140570,10	5,20	0,33

У ході проведення дослідження було виявлено, що на всіх 6 об'єктах енергоаудиту була запронована заміна електричних плит на нові з кращим ККД та меншим споживанням електричної енергії. Також на 5 з 6 об'єктів були запропоновані покращення системи освітлення та утеплення зовнішніх стін, ці заходи є доцільними, зважаючи на рік побудови учбових закладів.

Також потрібно пам'ятати, що запровадження системи типових заходів може бути виконане лише опираючись на ститичне повторення тих чи інших заходів і при збільшені виборки, доцільність і «типовість» заходів буде більш точнішою. Але система енергоменджемнту полягає в комплексному підході до об'єкту дослідження так само як і до заходів. Всі заходи економії енергії, енергозбереження, підвищення енергоефективності відрізняються численною кількістю специфічних характеристик, зокрема, технічними та технологічними особливостями, терміном окупності, рівнем економії енергії, особливостями експлуатації, необхідними для впровадження та використання ресурсами, габаритами і т.д. Тому, для того щоб вибрати оптимальний набір заходів, необхідно провести оцінювання доцільності їх впровадження. Одним з найпоширеніших методів такого оцінювання є метод найменшої вартості. Він полягає у проведенні аналізу всіх можливих способів досягнення мети (в даному випадку, всіх можливих заходів з енергозбереження) і встановлення послідовності їх впровадження в порядку від найдешевших до найдорожчих.

Проте такий аналіз не дає повної оцінки заходів, як і розглянуті вище технічні підходи, які базуються на економії енергії в натуральних одиницях, оскільки поруч із вартістю заходів, важливими є також такі характеристики заходів як джерело виробленої енергії, зменшення викидів шкідливих

речовин у навколишнє середовище, складність впровадження тощо. Одним із методів систематизійної оцінки є виявлення залежності середньої економії від кількості людей на об'єкті (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 Зведені дані об'єктів

Заклад	Рік	Кількість людей	Середня економія грн/рік
Гімназія №178	1963	1114	24 616
Школа №64	1973	867	89 950
ДНЗ №654	1987	297	69 539
ДНЗ №480	1995	254	43 505
ДНЗ №692	1978	174	21 479
СПШ №7	1973	750	86 619

Зобразимо залежність середньої економії від кількості людей на рисунку 3.8.

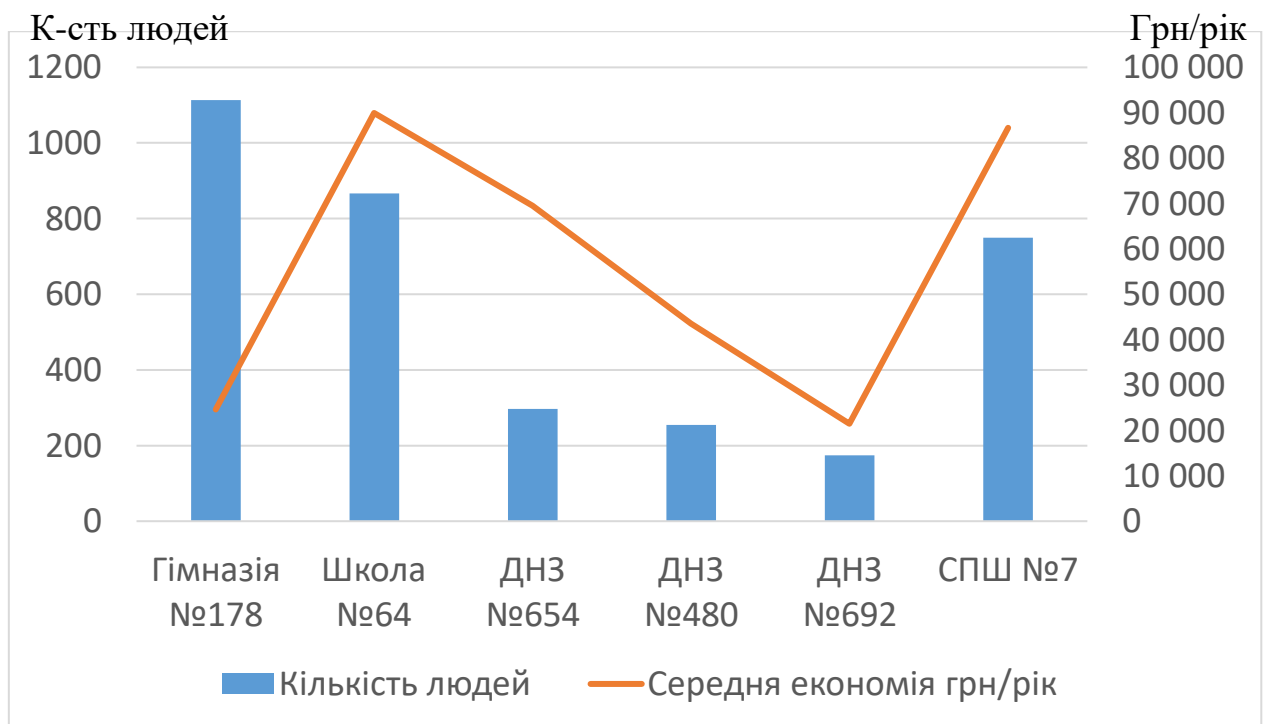


Рисунок 3.8 – Графік залежності середньої економії запроваджених заходів від кількості людей.

Як видно з графіку економія графіку не підлягає прямій чи оберненій пропорційності до кількості людей. Тому надалі кількість людей на об'єкті не буде враховуватися для спрощення розрахунку.

3.2 Метод аналізу HML, VED, SDE

3.2.1 Метод HML

Метод HML (high, medium, low price) полягає в оцінці заходів з енергозбереження зі сторони кількості капіталовкладень, тобто high – високі затрати, medium – середні затрати, low – низькі затрати.

Для оцінки ціни впровадження заходів знайдемо середні капіталовкладення для проаналізованих заходів енергозбереження за

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \quad (3.1)$$

де K_i – сума капіталовкладень в відповідний захід з енергозбереження, грн

K_c – середня сума капіталовкладень, грн

$n=48$ – кількість проаналізованих заходів з енергозбереження.

Тоді

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^{48} K_i}{48} = 261605,14 (\text{грн})$$

Для оцінки розміру капіталовкладень приймемо, що

Low (L) $\leq 30\%$ від K_c ;

$30\% < \text{Medium (M)} \leq 80\%$ від K_c ;

High (H) $> 80\%$ від K_c

Для розрахунку співвідношення використаємо

$$L = \frac{K_i}{K_c} \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

де K_i – сума капіталовкладень в відповідний захід з енергозбереження.

Розрахуємо відношення для заходу з зміни системи освітлення на більш ефективне. За

$$L = \frac{76143}{261605} \cdot 100\% = 29\%$$

$29\% < 30\%$

З розрахунків зрозуміло, що заходу з зміни системи освітлення на більш ефективне відноситься до заходів з низькою ціною.

Виконаємо розрахунок аналогічно до попереднього для всіх заходів і зведемо розрахунки до таблиці 3.4.

3.2.2 Метод VED

VED (vital, essential, desirable – критично необхідні заходи, важливі заходи, бажані до виконання). Цей аналіз застосовується при поділі заходів з енергозбереження за рівнем важливості для суб'єкта, який планує їх запровадити.

До заходів категорії V віднесемо заходи, які не тільки є енергоефективними, а і є необхідними для відповідності будівлі до діючого законодавства. Наприклад, освітлення в кімнаті не відповідає нормам, або присутнє мерехтіння, тому є критично необхідним заміна системи освітлення для забезпечення нормальних умов для роботи та навчання дітей.

До категорії E віднесемо заходи, які покращують умови перебування або праці людей, але не є обов'язковими за законодавством. Наприклад, заміна плит на більш ефективні зменшить час приготування, покращить якість їжі та полегшить процес приготування для кухарів, але не є обов'язковим за законодавством.

До категорії D віднесемо заходи, які є рекомендованими для запровадження, але не впливають на внутрішні параметри будівлі. Наприклад, встановлення електричної сонячної електростанції допоможе економити енергію, але не покращить умови мікроклімату та роботи для працівників і дітей.

Виконавши оцінку заходів за цим методом зведемо результати до таблиці 3.5.

3.2.3 Метод SDE

SDE (scarce, difficult, easytoget – дефіцитні, важко доступні, легко доступні заходи) – застосовується для поділу заходів за рівнем складності їх реалізації.

До групи S віднесемо заходи, які передбачають запровадження складних технічних інновацій: це, здебільшого, використання альтернативних джерел енергії (твердих побутових відходів; енергії стічних вод; теплоти ґрунту та

грунтових вод тощо) або масштабні роботи по технічному переоснащенню мереж виробництва та постачання енергії; також сюди віднесемо заходи наявність обладнання для яких не виробляється або не знаходиться в Україні на постійній основі. Наприклад, встановлення сонячної електростанції є досить громістким процесом та здебільшого обладнання імпортується з інших країн.

До групи D – заходи, які передбачають ліквідацію надмірних втрат енергії (теплоізоляція, вдосконалення технологічних процесів, ремонт застарілого обладнання, оптимізація системи теплопостачання та ін.); також сюди віднесемо заходи, запровадження яких потребує втручання спеціаліста. Наприклад, термоізоляція стін включає в себе використання матеріалів, які є в великому доступі на нашому ринку, але процес утеплення потребує роботи на висоті спеціалістів, що робить цей захід менш доступним.

До групи E – заходи, що передбачають економію енергії за допомогою фінансових та психологічних стимулів, дотримання технологічних процесів; також заходи запровадження, яких може бути виконане персоналом об'єкту. Наприклад, заміна ламп в світильнику може бути виконана черговим електриком або людиною, відповідальною за електричну безпеку на об'єкті.

Виконавши оцінку заходів за цим методом зведемо результати до таблиці 3.5.

3.2.4 Результат

Зведені результати оцінки наведені в таблиці 3.5

Таблиця 3.5 – Оцінка ЗЕЗ

Захід	HML	VED	SDE
Заміна системи освітлення на більш ефективне	L	V	E
Встановлення датчиків руху	L	E	E
Заміна кухонних ел. плит та жарової шафи	L	E	E

Накриття басейну термозберігаючою плівкою	L	D	D
Встановлення фотогальванічної станції	H	D	S
Утеплення зовнішніх стін	H	V	D
Утеплення даху	H	V	D
Утеплення трубопроводів у підвальному приміщенні	L	E	E
Теплоізоляція фланцевих з'єднань	L	E	E
Модернізація тепlopункту	H	V	D
Встановлення терморегуляторів	L	V	D
Заміна побутових холодильників	L	E	E
Заміна побутових пральних машин	L	D	E
Заміна посудомийної машини	L	D	E
Заміна вікон	H	V	D
Утеплення підлоги	H	V	D
Встановлення геліосистеми	H	D	S
Улаштування припливно-витяжної системи вентиляції з рекуперацією тепла	M	V	D
Упорядкування устаткування водопостачання	L	E	E
Промивка системи опалення	M	D	D
Встановлення теплового насосу	H	E	S

У ході аналізу ми оцінили кожен із заходів певною комбінацією букв. Під типовими заходами ми можемо розуміти лише доцільні для впровадження.

Тому за допомогою цього методу ми відберемо 4 комбінації, які є доцільними, а саме:

- LVE (low price, vital, easy to get)
- LEE(low price essential, easy to get)
- LVD (low price, vital, difficult to find)
- MVE(medium price, vital, difficult to find)

Спираючись на ці комбінації, «відсіємо» недоцільні заходи з енергозбереження та зведемо дані до таблиці 3.6

Таблиця 3.6 – Список рекомендованих типових заходів з енергозбереження

Захід	HML	VED	SDE
Заміна системи освітлення на більш ефективне	L	V	E
Встановлення датчиків руху	L	E	E
Заміна кухонних ел. плит та жарової шафи	L	E	E
Утеплення трубопроводів у підвальному приміщенні	L	E	E
Теплоізоляція фланцевих з'єднань	L	E	E
Встановлення терморегуляторів	L	V	D
Заміна побутових холодильників	L	E	E
Упорядкування устаткування водопостачання	L	E	E

3.3 Метод алгебраїчної оцінки

3.3.1 Доцільність та ідея методу.

Метод даналізу заходів описаний в пункті 3.2 досить чітко виділяю заходи, які є доцільними для впровадження сисетми типових заходів. Проблемою цього методу є суб'єктивність оцінки, адже іноді віжко оцінити чи

являється захід дифіцитним чи важко доступним. Також існує питання з оцінки ціни. Адже є декілька методів оцінки ціни :

- 1) порівняння цін між усіма запропонованими заходами;
- 2) порівняння ціни певного заходу з загально доступним бюджет усього проекту;
- 3) порівняння ціни певного заходу з середньо ціною цього ж заходу на ринку.

Тому для більш детального та об'єктивного аналізу рекомендується використати метод алгебраїчних оцінок, спеціально розроблений для цієї дисертації.

Ідея методу в порівнянні показників різних заходів та оцінюванню їх від 1 до 100 за допомогою інтерполяції.

В кінці ми отримаємо загальну суму оцінок і заходи з найвищими показниками і будуть розглянуті як типові методи при енергоаудиті бюджетних установ.

Цей метод повністю вимикає суб'єктивність, адже він є суто математичним.

3.3.2 Розрахунки оцінок

Для проведення розрахунку на потрібно визначити максимальне та мінімальне значення показнику серед заходів з таблиці 3.2. Почергово знаходячі залежність всіх заходів від мінімального та максимального значення ми отримаємо ряд оцінок, де 100 буде мати оптимальне значення, а 0 найбільш недоцільне.

Розрахуємо печергово оцінки для заходу з заміни системи освітлення на більш ефективне.

- 1) Оцінка серед середніх капіталовкладень розраховується за формулою

$$M_1 = \frac{K_{max} - K_i}{K_{max} - K_{min}} \cdot 100, \quad (3.3)$$

Де K_{max} – максимальні капіталовкладення, а саме утеплення зовнішніх стін на суму 881931 грн;

K_{\min} – мінімальні капіталовкладення, а саме термоізоляція фланцевих з'єднань на суму 2768 грн;

K_i – капіталовкладення певного заходу

Тоді за формулою

$$\frac{881931 - 76143}{881931 - 2768} \cdot 100 = 91,65$$

2) Оцінка середньої економії розраховується за формулою

$$M_2 = \frac{E_i - E_{\min}}{E_{\max} - E_{\min}} \cdot 100, \quad (3.4)$$

Де E_{\max} – максимальна економія, а саме з утеплення зовнішніх стін на суму 200826 грн;

E_{\min} – мінімальна економія, а саме з заміни посудомийної машини на суму 1451,2 грн;

E_i – капіталовкладення певного заходу

Тоді за формулою 3.4

$$\frac{11612,5 - 1451,52}{200826,4 - 1451,52} \cdot 100 = 11$$

3) Оцінка серед середніх термінів окупності розраховується за формулою

$$M_3 = \frac{t_{\text{ок.мак}} - t_{\text{ок.і}}}{t_{\text{ок.мак}} - t_{\text{ок.мін}}} \cdot 100, \quad (3.5)$$

Де $t_{\text{ок.мак}}$ – максимальний термін окупності, а саме встановлення фотогальванічної станції тривалістю 24,9 роки;

$t_{\text{ок.мін}}$ – мінімальний термін окупності, а саме термоізоляція фланцевих з'єднань тривалістю 0,28 року;

t_i – термін окупності певного заходу

Тоді за формулою

$$\frac{24,89 - 3,59}{24,89 - 0,28} \cdot 100 = 86,54$$

4) Оцінка серед середніх термінів впровадження

У випадку розрахунку оцінки терміну впровадження змінимо максимальну оцінку на 10, тому що вплив терміну впровадження заходів для закладів освіти є меншим ніж інші показники. Тоді оцінка розраховується за:

$$M_4 = \frac{t_{\text{впр.мах}} - t_{\text{впр.і}}}{t_{\text{впр.мах}} - t_{\text{впр.мін}}} \cdot 10, \quad (3.5)$$

Де $t_{\text{впр.мах}}$ – максимальний термін впровадження, а саме улаштування припливно-втягної системи вентиляції з рекуперацією тепла тривалістю 1,3 роки;

$t_{\text{впр.мін}}$ – мінімальний термін впровадження, а саме заміна посудомийної машини тривалістю 0,02 року;

t_i – термін окупності певного заходу

Тоді за формулою 3.5

$$\frac{1,3 - 0,21}{1,3 - 0,02} \cdot 10 = 42,62$$

Порахувавши оцінки за 4 показники ми можемо отримати загальну оцінку за формулою

$$M_{\Sigma} = M_1 + M_2 + M_3 + M_4, \quad (3.6)$$

Тоді за

$$M_{\Sigma} = 91,63 + 11,06 + 86,53 + 42,62 = 231,87$$

З розрахунків ми бачимо загальну суму балів заходу з заміни системи освітлення на більш ефективне.

Виконаємо розрахунки для інших заходів аналогічно до вказаного вище і зведемо дані в таблицю 3.7

Таблиця 3.7 – Результати аналізу

Захід	Середнє капіталовкладення, грн		Середня економія, грн/рік		Середній термін окупності, роки		Середнє впровадження		Сумарна кількість балів
	мін	мах	мін	мах	мін	мах	мін	мах	
	2768,8	881931	1451	200826	0,28	24,9	0,02	1,30	

Заміна системи освітлення на більш ефективне	91,65	11,06	86,54	8,52	197,78
Встановленн я датчиків руху	99,34	3,37	84,35	9,44	196,51
Заміна кухонних ел плит та жарової шафи	97,46	5,51	83,01	7,78	193,75
Накриття басейну термозберігаючою плівкою	96,47	10,85	95,04	9,84	212,20
Встановленн я фотогальванічної станції	12,56	11,08	0,00	7,04	30,67
Утеплення зовнішніх стін	0,00	100,00	80,07	2,54	182,61
Утеплення даху	14,05	76,20	84,41	5,87	180,53
Утеплення трубопроводів у підвальному приміщенні	99,00	16,38	99,76	9,51	224,65
Теплоізоляція фланцевих з'єднань	100,00	5,52	100,00	8,60	214,12
Модернізація теплопункту	73,78	50,61	91,79	7,04	223,21
Встановленн я терморегуляторів	94,95	32,15	98,16	7,76	233,03
Заміна побутових	95,45	2,72	76,76	9,84	184,76

холодильників					
Заміна побутових пральних машин	97,11	5,18	91,79	8,86	202,95
Заміна посудомийної машини	98,75	0,00	62,53	10,00	171,28
Заміна вікон	61,79	20,65	66,32	1,72	150,48
Утеплення підлоги	52,08	68,75	88,74	4,65	214,23
Встановлення геліосистеми	9,06	35,19	55,70	7,07	107,02
Улаштування припливно-втяжної системи вентиляції з рекуперацією тепла	82,25	14,69	80,14	0,00	177,08
Упорядкування устаткування водопостачання	99,72	1,15	95,45	9,51	205,84
Промивка системи опалення	88,94	40,90	96,26	7,04	233,14
Встановлення теплового насоса	17,32	69,78	80,01	7,56	174,66

3.3.3 Результат

З таблиці 3.7 оберемо 8 заходів з найбільшою кількістю балів і зведемо їх до таблиці 3.8

Таблиця 3.8 – Доцільні для використання як типові заходи

Захід	Середнє капіталовкладення, грн		Середня економія, грн/рік		Середній термін окупності, роки		Середнє впровадження		Сумарна кількість балів
	min	max	min	max	min	max	min	max	
	2768,8	881931	1451	200826	0,28	24,9	0,02	1,30	
Заміна системи освітлення на більш ефективне	91,65		11,06		86,54		8,52		197,78
Утеплення трубопроводів у підвальному приміщенні	99,00		16,38		99,76		9,51		224,65
Теплоізоляція фланцевих з'єднань	100,00		5,52		100,00		8,60		214,12
Модернізація теплопункту	73,78		50,61		91,79		7,04		223,21
Встановлення терморегуляторів	94,95		32,15		98,16		7,76		233,03
Утеплення підлоги	52,08		68,75		88,74		4,65		214,23
Упорядкування устаткування водопостачання	99,72		1,15		95,45		9,51		205,84
Промивка системи опалення	88,94		40,90		96,26		7,04		233,14

3.4 Висновок

У ході оцінки заходів з енергозбереження було використано два методи. За допомогою цих методів було сформовано по 8 заходів з енергозбереження, які можуть вважатись типовими та внесені до таблиці 3.9

Таблиця 3.9 – Порівняльна таблиця рекомендованих заходів

Обидва методи	
Заміна системи освітлення на більш ефективне/встановлення датчиків руху	
Утеплення трубопроводів у підвальному приміщенні	
Теплоізоляція фланцевих з'єднань	
Встановлення терморегуляторів	
Упорядкування устаткування водопостачання	
Метод HML, VED, SDE	Метод алгебраїчної оцінки
Заміна кухонних ел. плит та жарової шафи	Модернізація тепlopункту
Заміна побутових холодильників	Утеплення підлоги
	Промивка системи опалення

Тобто після проведення аналізу ми отримали 5 заходів з енергозбереження, які типовими і доцільними для закладів освіти Солом'янського району.

Висновок

У ході магістерської дисертації було проведено енергоаудит ДНЗ №654. В ході енергоаудиту було проаналізовано теплотехнічні та електричні характеристики закладу та виявлено не відповідності певних параметрів до законодавства. Також було проаналізовано можливість економії енергії і запропоновано для впровадження ряд заходів з енергозбереження, зображених в таблиці 1.

Таблиця 1 – Заходи запропоновані для впровадження в ДНЗ №654

Назва заходу	Термін окупності заходу	Економія теплової енергії, Гкал/рік	Річна економія коштів, грн
1	2	3	4
Утеплення зовнішніх стін	4 роки 9 місяців	169,54	240236,07
Заміна дерев'яних вікон на металопластикові	10 років 4 місяці	44,03	62394,23
Утеплення даху	2 роки 7 місяців	67,03	94978,82
Утеплення підлоги	1 рік 6 місяців	95,76	135688,09
Встановлення геліосистеми	11 років 3 місяці	—	122484
Заміна ламп ДРЛ-400 на світлодіодні	3 роки 4 місяців	5150	12154
Заміна електричних плит	4 роки	2600	6136
Заміна побутових холодильників	6 років	2915,59	6880,78
Встановлення датчиків руху	2 роки 5 місяців	1126,75	2659,15
Заміна пральних машин	2 роки 3	4992	11781,12

	місяців		
Річна економія після впровадження всіх заходів, грн	695392		

Також було оцінено енергоаудити проведені на 5 інших закладах освіти та запропоновано два методи для створення типової системи заходів з енергозбереження. Перший метод – це метод оцінки заходи з трьох різних сторів, які називаються HML, VED, SDE. Цей метод дозволяє оцінити захід не тільки з боку фінансів, але й з боку ринку і доцільності. Була виявлена проблема суб'єктивності висновків.

Тому був запропонований другий метод для доповнення першого. Метод арифметичної оцінки дозволяє створити градацію заходів оцінюючи різні їх характеристики. Цей метод є суто математичним і тому в комбінації з HML, VED, SDE дає гарні результати.

Таблиця 2 – Порівняльна таблиця рекомендованих заходів

Обидва методи	
Заміна системи освітлення на більш ефективне/встановлення датчиків руху	
Утеплення трубопроводів у підвальному приміщенні	
Теплоізоляція фланцевих з'єднань	
Встановлення терморегуляторів	
Упорядкування устаткування водопостачання	
Метод HML, VED, SDE	Метод алгебраїчної оцінки
Заміна кухонних ел. плит та жарової шафи	Модернізація тепlopункту
Заміна побутових холодильників	Утеплення підлоги
	Промивка системи опалення